

MODUL GURU PEMBELAJAR

**MATA PELAJARAN IPA
SEKOLAH MENENGAH PERTAMA (SMP)**

KELOMPOK KOMPETENSI J

**PEDAGOGI:
PENELITIAN TINDAKAN KELAS**

Penulis:

Dra. Shrie Laksmi Saraswati, M.Pd.

**PROFESIONAL:
TEKNOLOGI RAMAH LINGKUNGAN,
LISTRIK, DAN MAGNET**

Penulis:

Ir. Santa, M.P., M.Sc., dkk.



**Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik
dan Tenaga Kependidikan Ilmu Pengetahuan Alam (PPPPTK IPA)**
DIREKTORAT JENDERAL GURU DAN TENAGA KEPENDIDIKAN
KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
TAHUN 2016

MODUL GURU PEMBELAJAR

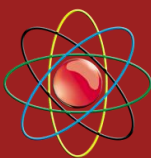
**MATA PELAJARAN IPA
SEKOLAH MENENGAH PERTAMA (SMP)**

KELOMPOK KOMPETENSI J

PENELITIAN TINDAKAN KELAS

Penulis:

Dra. Srrhie Laksmi Saraswati, M.Pd.



**Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik
dan Tenaga Kependidikan Ilmu Pengetahuan Alam (PPPPTK IPA)**
DIREKTORAT JENDERAL GURU DAN TENAGA KEPENDIDIKAN
KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
TAHUN 2016

MODUL GURU PEMBELAJAR

MATA PELAJARAN IPA

SEKOLAH MENENGAH PERTAMA (SMP)

KELOMPOK KOMPETENSI J

PENELITIAN TINDAKAN KELAS

Penulis:

Dra. Shrie Laksmi Saraswati M.Pd.



**Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik
dan Tenaga Kependidikan Ilmu Pengetahuan Alam (PPPPTK IPA)**
DIREKTORAT JENDERAL GURU DAN TENAGA KEPENDIDIKAN
KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN

MODUL GURU PEMBELAJAR

MATA PELAJARAN IPA SEKOLAH MENENGAH PERTAMA (SMP)

KELOMPOK KOMPETENSI J

PENELITIAN TINDAKAN KELAS

Penanggung Jawab

Dr. Sediono, M.Si.

Penyusun

Dra. Shrie Laksmi Saraswati, M.Pd. (022-4231191, laksmi.sedec@gmail.com)

Penyunting

Dr. Yeni Hendriyani, M.Si.

Penyelia

Dr. Indrawati, M.Pd.

Desainer Grafis/Penata Letak

Zaenal Arifin, M.Si.

Copyright ©2016

*Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik dan Tenaga
Kependidikan Ilmu Pengetahuan Alam (PPPPTK IPA)
Direktorat Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan
Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan*

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

*Dilarang menggandakan sebagian atau keseluruhan isi buku ini untuk
kepentingan komersial tanpa izin tertulis dari Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan*

KATA SAMBUTAN

Peran guru profesional dalam proses pembelajaran sangat penting sebagai kunci keberhasilan belajar siswa. Guru profesional adalah guru yang kompeten membangun proses pembelajaran yang baik sehingga dapat menghasilkan pendidikan yang berkualitas. Hal tersebut menjadikan guru sebagai komponen yang menjadi fokus perhatian pemerintah pusat maupun pemerintah daerah dalam peningkatan mutu pendidikan terutama menyangkut kompetensi guru.

Pengembangan profesionalitas guru melalui program Guru Pembelajar merupakan upaya peningkatan kompetensi untuk semua guru. Sejalan dengan hal tersebut, pemetaan kompetensi guru telah dilakukan melalui uji kompetensi guru (UKG) untuk kompetensi pedagogi dan profesional pada akhir tahun 2015. Hasil UKG menunjukkan peta kekuatan dan kelemahan kompetensi guru dalam penguasaan pengetahuan. Peta kompetensi guru tersebut dikelompokkan menjadi 10 (sepuluh) kelompok kompetensi. Tindak lanjut pelaksanaan UKG diwujudkan dalam bentuk pelatihan guru paska UKG melalui program Guru Pembelajar. Tujuannya untuk meningkatkan kompetensi guru sebagai agen perubahan dan sumber belajar utama bagi peserta didik. Program Guru Pembelajar dilaksanakan melalui pola tatap muka, dalam jaringan atau daring (*online*), dan campuran (*blended*) tatap muka dengan online.

Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik dan Tenaga Kependidikan (PPPPTK), Lembaga Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik dan Tenaga Kependidikan Kelautan dan Perikanan Teknologi Informasi dan Komunikasi (LP3TK KPTK), dan Lembaga Pengembangan dan Pemberdayaan Kepala Sekolah (LP2KS) merupakan Unit Pelaksana Teknis di lingkungan Direktorat Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan yang bertanggung jawab dalam mengembangkan perangkat dan melaksanakan peningkatan kompetensi guru sesuai bidangnya. Adapun perangkat pembelajaran yang dikembangkan tersebut



adalah modul untuk program Guru Pembelajar tatap muka dan Guru Pembelajar online untuk semua mata pelajaran dan kelompok kompetensi. Dengan modul ini diharapkan program Guru Pembelajar memberikan sumbangan yang sangat besar dalam peningkatan kualitas kompetensi guru.

Mari kita sukseskan program Guru Pembelajar ini untuk mewujudkan “Guru Mulia Karena Karya.”

Jakarta, Februari 2016
Direktur Jenderal
Guru dan Tenaga Kependidikan

Sumarna Surapranata, Ph.D.
NIP. 195908011985031002

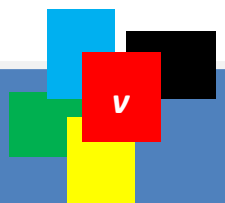
KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kami panjatkan ke hadirat Allah SWT atas selesainya Modul Guru Pembelajar Mata Pelajaran IPA SMP, Fisika SMA, Kimia SMA dan Biologi SMA. Modul ini merupakan model bahan belajar (*learning material*) yang dapat digunakan guru untuk belajar lebih mandiri dan aktif.

Modul Guru Pembelajar disusun dalam rangka fasilitasi program peningkatan kompetensi guru paska UKG yang telah diselenggarakan oleh Direktorat Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan. Materi modul dikembangkan berdasarkan Standar Kompetensi Guru sesuai Peraturan Menteri Pendidikan Nasional nomor 16 Tahun 2007 tentang Standar Kualifikasi Akademik dan Kompetensi Guru yang dijabarkan menjadi Indikator Pencapaian Kompetensi Guru.

Modul Guru Pembelajar untuk masing-masing mata pelajaran dijabarkan ke dalam 10 (sepuluh) kelompok kompetensi. Materi pada masing-masing modul kelompok kompetensi berisi materi kompetensi pedagogi dan kompetensi profesional guru mata pelajaran, uraian materi, tugas, dan kegiatan pembelajaran, serta diakhiri dengan evaluasi dan uji diri untuk mengetahui ketuntasan belajar. Bahan pengayaan dan pendalaman materi dimasukkan pada beberapa modul untuk mengakomodasi perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi serta kegunaan dan aplikasinya dalam pembelajaran maupun kehidupan sehari-hari.

Modul ini telah ditelaah dan direvisi oleh tim, baik internal maupun eksternal (praktisi, pakar, dan para pengguna). Namun demikian, kami masih berharap kepada para penelaah dan pengguna untuk selalu memberikan masukan dan penyempurnaan sesuai kebutuhan dan perkembangan ilmu pengetahuan teknologi terkini.





Besar harapan kami kiranya kritik, saran, dan masukan untuk lebih menyempurnakan isi materi serta sistematika modul dapat disampaikan ke PPPPTK IPA untuk perbaikan edisi yang akan datang. Masukan-masukan dapat dikirimkan melalui email para penyusun modul atau ke: p4tkipa@yahoo.com.

Akhirnya kami menyampaikan penghargaan dan terima kasih kepada para pengarah dari jajaran Direktorat Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan, Manajemen, Widyaiswara, Staf PPPPTK IPA, Dosen, Guru, dan Kepala Sekolah serta Pengawas Sekolah yang telah berpartisipasi dalam penyelesaian modul ini. Semoga peran serta dan kontribusi Bapak dan Ibu semuanya dapat memberikan nilai tambah dan manfaat dalam peningkatan kompetensi guru IPA di Indonesia.

Bandung, April 2016
Kepala PPPPTK IPA,

Dr. Sediono, M.Si.
NIP. 195909021983031002





DAFTAR ISI

	Hal
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	vi
DAFTAR TABEL	vi
PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Tujuan	2
C. Peta Kompetensi	2
D. Ruang Lingkup	2
E. Cara Penggunaan Modul	3
PEMBELAJARAN	5
1. KEGIATAN PEMBELAJARAN PENELITIAN TINDAKAN KELAS	5
A. Tujuan	6
B. Indikator Pencapaian Kompetensi	6
C. Uraian Materi	6
D. Aktivitas Pembelajaran	32
E. Latihan/Kasus/Tugas	35
F. Rangkuman	40
G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut	40
KUNCI JAWABAN	41
EVALUASI	43
PENUTUP	45
DAFTAR PUSTAKA	47
GLOSARIUM	49



DAFTAR TABEL

	Hal
Tabel 1	Kompetensi Inti dan Kompetensi Guru
	2

DAFTAR GAMBAR

	Hal
Gambar 1	Alur Penggunaan Modul
	3
Gambar 1.1	Alternatif Kegiatan Belajar
	5
Gambar 1.2	Siklus Spiral PTK
	11
Gambar 1.3	Skema Kerangka Pikir
	28

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pada Permendiknas nomor 16 tahun 2007 salah satu kompetensi inti pedagogik guru adalah 10. Melakukan tindakan reflektif untuk peningkatan kualitas pembelajaran. Dengan kompetensi guru yaitu 10.1. Melakukan refleksi terhadap pembelajaran yang telah dilaksanakan, 10.2. Memanfaatkan hasil refleksi untuk perbaikan dan pengembangan pembelajaran dalam mata pelajaran yang diampu., dan 10.3. Melakukan penelitian tindakan kelas untuk meningkatkan kualitas pembelajaran dalam mata pelajaran yang diampu. Berdasarkan hal ini, maka dipandang sangat perlu bagi para pendidik untuk memahami tentang penelitian tindakan kelas (PTK) agar kemudian dapat dilakukan pengembangannya di sekolah masing-masing.

Pada modul Kelompok Kompetensi J ini, peserta diklat akan dibahas tentang konsep dasar Penelitian Tindakan Kelas. Mata diklat ini membangun wawasan dan melatih keterampilan peserta tentang pendalaman materi Penelitian Tindakan Kelas yang berbasis kepada fenomena proses dan hasil belajar yang terjadi pada masing-masing kelas peserta didik di sekolahnya. Masing-masing peserta diberikan kesempatan untuk mengembangkan rancangan mata latih ini untuk membangun wawasan dan melatih keterampilan peserta tentang pendalaman materi Penelitian Tindakan Kelas yang berbasis kepada perbaikan proses pembelajaran dan hasil belajar yang terjadi pada masing-masing kelas peserta di sekolahnya.

Di dalam modul, sajian materi diawali dengan uraian pendahuluan, kegiatan pembelajaran dan diakhiri dengan evaluasi agar guru peserta diklat melakukan *self assesment* sebagai tolak ukur untuk mengetahui keberhasilan diri sendiri.



B. Tujuan

Setelah mempelajari modul ini, peserta pelatihan diharapkan memiliki kompetensi untuk mengembangkan keprofesionalan secara berkelanjutan dengan melakukan sebuah tindakan reflektif yang disebut Penelitian Tindakan Kelas (PTK), menyusun proposal PTK, melaksanakan PTK, dan melaporkannya.

C. Peta Kompetensi

Kompetensi Inti dan Kompetensi Guru Mata Pelajaran yang diharapkan setelah guru peserta diklat belajar dengan modul ini tercantum pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Kompetensi Inti dan Kompetensi Guru

Kompetensi Inti	Kompetensi Guru
10. Melakukan tindakan reflektif untuk peningkatan kualitas pembelajaran.	10.1 Melakukan refleksi terhadap pembelajaran yang telah dilaksanakan. 10.2 Memanfaatkan hasil refleksi untuk perbaikan dan pengembangan pembelajaran dalam mata pelajaran yang diampu. 10.3 Melakukan penelitian tindakan kelas untuk meningkatkan kualitas pembelajaran dalam mata pelajaran yang diampu.

D. Ruang Lingkup

Ruang lingkup materi pada Modul ini disusun dalam empat bagian, yaitu bagian Pendahuluan, Kegiatan Pembelajaran, Evaluasi dan Penutup. Bagian pendahuluan berisi paparan tentang latar belakang modul kelompok kompetensi B, tujuan belajar, kompetensi guru yang diharapkan dicapai setelah pembelajaran, ruang lingkup dan saran penggunaan modul. Bagian kegiatan pembelajaran berisi Tujuan, Indikator Pencapaian Kompetensi, Uraian Materi, Aktivitas Pembelajaran, Latihan/Kasus/Tugas, Rangkuman, Umpan Balik dan Tindak Lanjut. Bagian akhir terdiri dari Kunci Jawaban Latihan/Kasus/Tugas, Evaluasi dan Penutup.

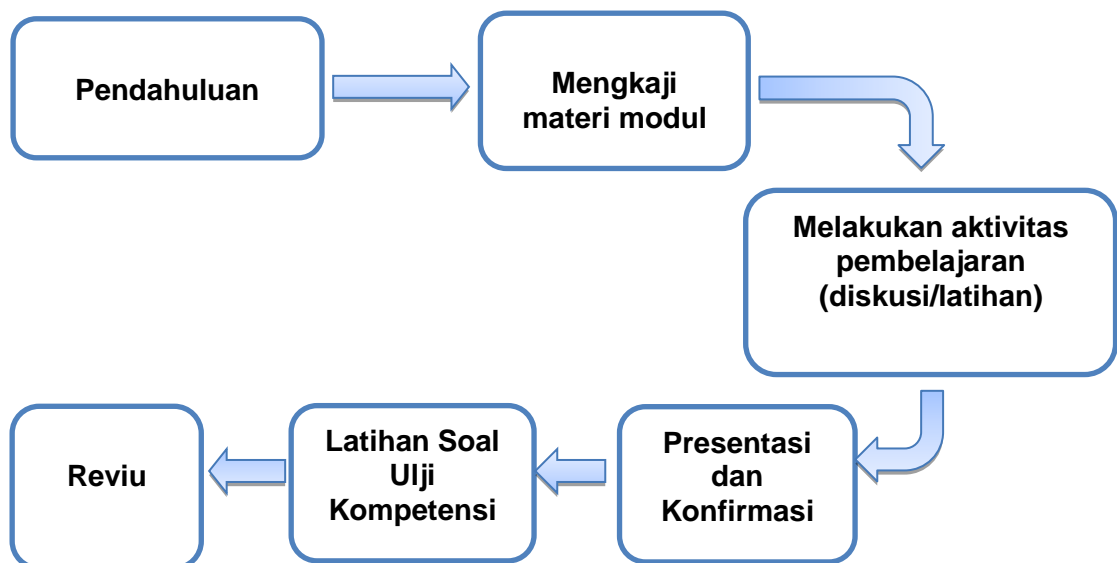


Rincian materi pada modul adalah sebagai berikut.

1. Hakikat Penelitian Tindakan Kelas
2. Tahapan Penelitian Tindakan Kelas
3. Mengidentifikasi dan Menetapkan Masalah
4. Merumuskan Masalah
5. Merumuskan Hipotesis Tindakan
6. Merencanakan Tindakan
7. Pelaksanaan Tindakan
8. Menyusun Proposal PTK

E. Cara Penggunaan Modul

Cara penggunaan modul pada setiap Kegiatan Pembelajaran secara umum sesuai dengan skenario setiap penyajian materi. Langkah-langkah belajar secara umum adalah sebagai berikut.



Gambar 1. Alur Penggunaan Modul

Deskripsi Kegiatan

1. Pendahuluan

Pada kegiatan pendahuluan fasilitator memberi kesempatan kepada guru pembelajar untuk mempelajari:

- latar belakang yang memuat gambaran materi ajar;



- tujuan penyusunan modul, mencakup tujuan semua kegiatan pembelajaran setiap materi ajar;
- kompetensi atau indikator yang akan dicapai atau ditingkatkan melalui modul;
- ruang lingkup materi kegiatan pembelajaran;
- langkah-langkah penggunaan modul.

2. Mengkaji Materi

Pada kegiatan ini fasilitator memberi kesempatan kepada guru pembelajar untuk mempelajari materi yang diuraikan secara singkat, sesuai dengan indikator pencapaian hasil belajar. Guru pembelajar dapat mempelajari materi secara individual atau kelompok.

3. Melakukan aktivitas pembelajaran

Pada kegiatan ini peserta melakukan kegiatan pembelajaran sesuai dengan rambu-rambu/instruksi yang tertera pada modul, baik berupa diskusi, latihan, kasus, tugas, dan sebagainya.

Pada kegiatan ini guru pembelajar secara aktif menggali informasi, mengumpulkan data dan mengolah data sampai membuat kesimpulan kegiatan.

4. Presentasi dan Konfirmasi

Pada kegiatan ini peserta melakukan presentasi hasil kegiatan, sedangkan fasilitator melakukan konfirmasi terhadap materi yang dibahas bersama.

5. Latihan Soal Uji Kompetensi

Pada kegiatan ini guru pembelajar berlatih menganalisis dan menjawab soal-soal yang kualitas dan kesukarannya setara dengan soal UKG.

6. Review Kegiatan

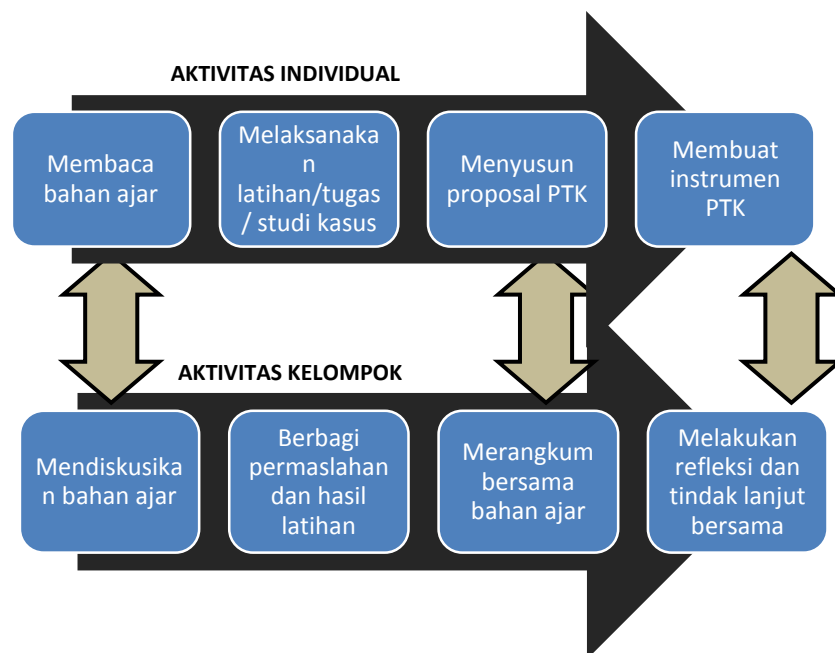
Pada kegiatan ini guru pembelajar dan penyaji mereview materi yang telah didiskusikan.

KEGIATAN PEMBELAJARAN

PENELITIAN TINDAKAN KELAS

Pada tulisan ini akan dibahas tentang konsep dasar Penelitian Tindakan Kelas. Materi ini diharapkan dapat membangun wawasan dan melatih keterampilan peserta tentang pendalaman materi Penelitian Tindakan Kelas yang berbasis pada upaya memperbaiki kelemahan pembelajaran IPA SMP di masing-masing kelas di sekolah. Dengan semakin pahamnya konsep dasar PTK, diharapkan masing-masing peserta dapat menerapkan dan mencobanya dalam proses pembelajaran di kelas. Dengan demikian guru akan terbiasa melakukan PTK sehingga perbaikan proses pembelajaran akan terjadi secara berkelanjutan.

Berdasarkan kompetensi guru dalam memahami konsep dasar Penelitian Tindakan Kelas dan indikator pencapaian kompetensinya pada penyajian materi ini akan dilakukan melalui berbagai kegiatan seperti diskusi kajian materi, latihan soal-soal, pemberian tugas dan evaluasi. Alternatif kegiatan belajar bagi peserta pelatihan dapat mengikuti alur kegiatan berikut.



Gambar 1.1 Alternatif Kegiatan Belajar



A. Tujuan

Setelah mempelajari modul ini, Guru Pembelajar diharapkan memiliki kompetensi untuk mengembangkan keprofesionalan secara berkelanjutan dengan melakukan sebuah tindakan reflektif yang disebut Penelitian Tindakan Kelas (PTK), menyusun proposal PTK, melaksanakan PTK, dan melaporkannya.

B. Indikator Ketercapaian Kompetensi

Setelah mempelajari modul ini, peserta pelatihan dapat:

1. Menjelaskan hakikat PTK
2. Menjelaskan tahap-tahap PTK
3. Melakukan identifikasi masalah di kelas
4. Membuat rumusan masalah berdasarkan masalah terpilih
5. Menentukan tujuan PTK
6. Membuat rancangan tindakan yang akan dilaksanakan
7. Menyusun kerangka pikir dalam bentuk diagram
8. Menyusun *draft* proposal PTK
9. Menjelaskan sistematika laporan PTK

C. Uraian Materi

1. HAKIKAT PENELITIAN TINDAKAN KELAS

a. Pengertian PTK

Penelitian Tindakan Kelas berasal dari istilah bahasa Inggris *Classroom Action Research*, yang berarti penelitian yang dilakukan pada sebuah kelas untuk mengetahui akibat tindakan yang diterapkan pada suatu subyek penelitian di kelas tersebut. Pertama kali penelitian tindakan kelas diperkenalkan oleh Kurt Lewin pada tahun 1946, yang selanjutnya dikembangkan oleh *Stephen Kemmis*, *Robin Mc Taggart*, *John Elliot*, *Dave Ebbutt* dan lainnya.

Dalam konteks pekerjaan guru maka penelitian tindakan yang dilakukannya disebut Penelitian Tindakan Kelas, dengan demikian Penelitian Tindakan Kelas adalah suatu kegiatan penelitian dengan mencermati sebuah kegiatan belajar yang diberikan tindakan, yang



secara sengaja dimunculkan dalam sebuah kelas, yang bertujuan memecahkan masalah atau meningkatkan mutu pembelajaran di kelas tersebut. Tindakan yang secara sengaja dimunculkan tersebut diberikan oleh guru atau berdasarkan arahan guru yang kemudian dilakukan oleh siswa. Dalam hal ini arti kelas tidak terikat pada pengertian ruang kelas, tetapi dalam pengertian yang lebih spesifik, yaitu kelas adalah sekelompok siswa yang dalam waktu yang sama, menerima pelajaran yang sama dari guru yang sama juga (Suharsimi: 2005).

b. Karakteristik PTK

Penelitian Tindakan Kelas mempunyai karakteristik tersendiri jika dibandingkan dengan penelitian-penelitian lain pada umumnya. Beberapa karakter tersebut adalah sebagai berikut:

- 1) Guru merasa bahwa ada permasalahan yang mendesak untuk segera diselesaikan di dalam kelasnya.

Dengan kata lain, guru menyadari bahwa ada sesuatu dalam praktik pembelajarannya yang harus dibenahi, dan ia terpanggil untuk melakukan tindakan-tindakan tertentu untuk memperbaiki persoalan tersebut. Penelitian Tindakan Kelas akan dapat dilaksanakan jika, guru memang sejak awal menyadari adanya persoalan yang terkait dengan proses dan produk pembelajaran yang dihadapi di kelas, kemudian dari persoalan itu guru menyadari pentingnya persoalan tersebut untuk diperoleh secara profesional. Jika guru merasa bahwa apa yang dia praktikkan sehari-hari di kelas tidak bermasalah maka PTK tidak diperlukan.

- 2) Refleksi Diri

Refleksi merupakan ciri khas PTK yang paling esensial. Refleksi yang dimaksud disini adalah refleksi dalam pengertian melakukan intropeksi diri, seperti guru mengingat kembali apa saja tindakan yang telah dilakukan di dalam kelas, apa dampak dari tindakan tersebut, mengapa dampaknya menjadi demikian, dan sebagainya. Atas dasar refleksi yang seperti itu, maka guru dimungkinkan untuk memeriksa dirinya sendiri, terutama terkait kelemahan dan kelebihan dari pola pembelajaran yang telah ia praktikkan.



Kemudian, dari situ ia berusaha mengatasi berbagai kelemahan tersebut.

3) Kolaboratif

Kolaboratif yang dimaksud disini merupakan upaya perbaikan proses dan hasil pembelajaran tidak dapat dilakukan sendiri oleh peneliti, tetapi ia harus berkolaborasi dengan guru lain atau kepala sekolah. Penelitian Tindakan Kelas merupakan upaya bersama dari berbagai pihak untuk mewujudkan perbaikan yang diinginkan. Kolaborasi ini tidak bersifat basa-basi, tetapi harus tampil dalam keseluruhan proses perencanaan, pelaksanaan Penelitian Tindakan Kelas sampai dengan menyusun laporan hasil penelitian.

4) Penelitian Tindakan Kelas dilakukan di dalam kelas

Kelas yang dimaksud disini tidak sebatas pada sebuah ruang tertutup yang dibatasi dinding dan pintu. Kelas yang sesungguhnya adalah semua “tempat” dimana terjadi proses pembelajaran antara guru dan siswa. Jadi, boleh-boleh saja PTK dilakukan di ruang terbuka, seperti dalam pelajaran olahraga yang dilakukan di lapangan, yang terpenting dalam PTK bukanlah kelas atau ruangnya, tetapi fokus perhatian penelitian kepada proses pembelajaran dalam bentuk interaksi guru dan siswa.

5) Penelitian Tindakan Kelas bertujuan untuk memperbaiki pembelajaran secara terus menerus.

PTK bertujuan untuk memperbaiki proses pembelajaran yang dilakukan secara bertahap dan secara terus-menerus selama PTK dilakukan. Siklus demi siklus di dalamnya harus mencerminkan perbaikan demi perbaikan yang dicapai. Siklus sebelumnya merupakan dasar bagi siklus selanjutnya. Tentu, hasil pada siklus berikutnya seharusnya jauh lebih baik dari pada siklus sebelumnya.

c. Tujuan Penelitian Tindakan Kelas

PTK merupakan salah satu cara yang strategis bagi guru untuk memperbaiki layanan pendidikan yang harus diselenggarakan dalam konteks pembelajaran di kelas dan peningkatan kualitas program sekolah secara keseluruhan. Hal itu dapat dilakukan meningkatkan



tujuan Penelitian Tindakan Kelas adalah untuk memperbaiki dan meningkatkan praktik dan pembelajaran di kelas secara berkesinambungan.

Menurut *MCNiff* (dalam Suharsimi Arikunto, dkk) menegaskan bahwa dasar utama dilaksanakannya Penelitian Tindakan Kelas adalah untuk perbaikan. Kata perbaikan disini terkait dengan memiliki konteks dengan proses pembelajaran.

Dalam hal ini, *Borg* (dalam Suharsimi Arikunto, dkk) juga menyebut secara eksplisit bahwa tujuan utama Penelitian Tindakan Kelas ialah pengembangan keterampilan proses pembelajaran yang dihadapi oleh guru di kelasnya, bukan bertujuan untuk mencapai pengetahuan umum dalam bidang pendidikan

d. Manfaat Penelitian Tindakan Kelas

Dalam PTK ada 3 (tiga) komponen yang harus menjadi sasaran utama PTK, yaitu siswa / pembelajaran, guru dan sekolah. Tiga komponen itulah yang akan menerima manfaat dari PTK.

1) Manfaat bagi siswa dan pembelajaran

Dengan adanya pelaksanaan PTK, kesalahan dan kesulitan dalam proses pembelajaran (baik strategi, teknik, konsep dan lain-lain) akan dengan cepat dianalisis dan didiagnosis, sehingga kesalahan dan kesulitan tersebut tidak akan berlarut-larut. Jika kesalahan yang terjadi dapat segera diperbaiki, maka pembelajaran akan mudah dilaksanakan, menarik dan hasil belajar siswa diharapkan akan meningkat.

Ini menunjukkan adanya hubungan timbal balik antara pembelajaran dan perbaikan hasil belajar siswa. Keduanya akan dapat terwujud, jika guru memiliki kemampuan dan kemauan untuk melakukan PTK.

2) Manfaat bagi guru

Beberapa manfaat PTK bagi guru antara lain:

- Guru memiliki kemampuan memperbaiki proses pembelajaran melalui suatu kajian yang mendalam terhadap apa yang terjadi di kelasnya. Keberhasilan dalam perbaikan ini akan



menimbulkan rasa puas bagi guru, karena ia telah melakukan sesuatu yang bermanfaat bagi siswanya melalui proses pembelajaran yang dikelolanya.

- Dengan melakukan PTK, guru dapat berkembang dan meningkatkan kinerjanya secara professional, karena guru mampu menilai, merefleksi diri dan mampu memperbaiki pembelajaran yang dikelolanya. Dalam hal ini, guru tidak lagi hanya seorang praktisi yang sudah merasa puas terhadap apa yang dikerjakan selama ini, namun juga sebagai peneliti dibidangnya yang selalu ingin melakukan perbaikan-perbaikan pembelajaran yang inovatif dan kreatif.
- Melakukan PTK, guru mendapat kesempatan untuk berperan aktif dalam mengembangkan pengetahuan dan keterampilan sendiri. Guru tidak hanya menjadi penerima hasil perbaikan dari orang lain, namun guru itu sendiri berperan sebagai perancang dan pelaku perbaikan tersebut, sehingga diharapkan dapat menghasilkan teori-teori dan praktik pembelajaran.
- Dengan melakukan PTK, guru akan merasa lebih percaya diri. Guru yang selalu merefleksi diri, melakukan evaluasi diri dan menganalisis kinerjanya sendiri dalam kelas, tentu saja akan selalu menemukan kekuatan, kelemahan dan tantangan pembelajaran dan pendidikan masa depan dan mengembangkan alternative masalah / kelemahan yang ada pada dirinya dalam pembelajaran. Guru yang demikian adalah guru yang memiliki kepercayaan diri yang kuat.

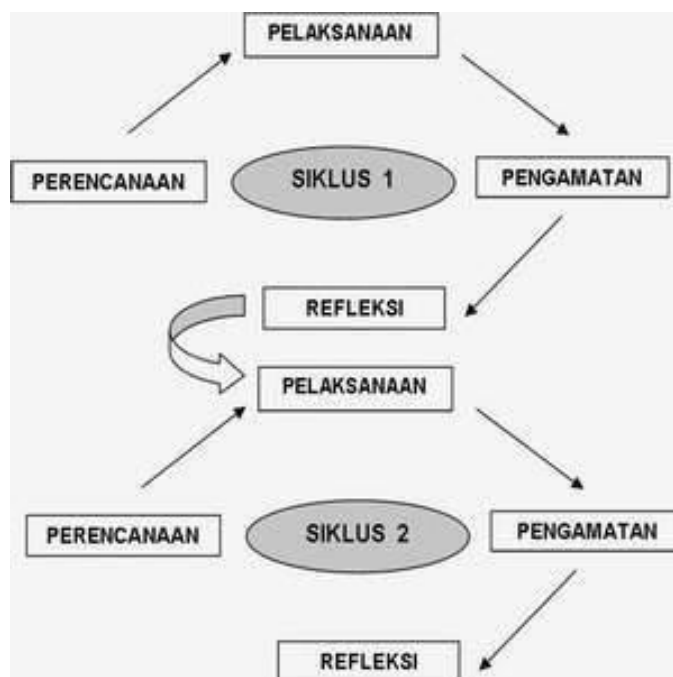
3) Manfaat bagi sekolah

Sekolah yang para gurunya memiliki kemampuan untuk melakukan perubahan atau perbaikan kinerjanya secara professional, maka sekolah tersebut akan berkembang pesat Kaitannya dengan PTK, jika sekolah yang para gurunya memiliki keterampilan dalam melaksanakan PTK tentu saja sekolah tersebut akan memperoleh manfaat yang besar, karena meningkatkan kualitas pembelajaran mencerminkan kualitas pendidikan di sekolah tersebut.



2. TAHAPAN PENELITIAN TINDAKAN KELAS

PTK memiliki empat tahap yang dirumuskan oleh Lewin (Kemmis dan Mc Taggar, 1992) yaitu *Planning* (Rencana), *Action* (Tindakan), *Observation* (Pengamatan), dan *Reflection* (Refleksi). Namun perlu diketahui bahwa tahapan pelaksanaan dan pengamatan sesungguhnya dilakukan secara bersamaan. Untuk memperjelas fase-fase dalam PTK, siklus spiral-nya, dan bagaimana pelaksanaannya, Stephen Kemmis menggambarkannya dalam siklus sebagaimana tampak pada gambar 2.



Gambar 1.2 Siklus Spiral PTK

Langkah dalam PTK merupakan satu daur atau siklus yang terdiri dari :

- Merencanakan perbaikan
- Melaksanakan tindakan
- Mengamati
- Melakukan refleksi

Berikut adalah penjelasannya:

1) Perencanaan Tindakan.

Berdasarkan identifikasi masalah pada tahap pra-PTK, rencana tindakan disusun untuk menguji secara empiris hipotesis tindakan



yang ditentukan. Rencana tindakan ini mencakup semua langkah tindakan secara rinci.

2) Pelaksanaan Tindakan

Tahap ini merupakan realisasi dari segala teori pendidikan dan teknik mengajar yang telah disiapkan sebelumnya dalam perencanaan. Dalam tahap ini guru dituntut agar konsisten dengan segala perencanaan yang telah dibuat. Hal yang harus diperhatikan adalah menyelaraskan relevansi antara tahap perencanaan dengan tahap pelaksanaan agar sejalan dengan maksud awal.

3) Pengamatan Tindakan

Kegiatan pengamatan atau observasi dilakukan bersamaan dengan pelaksanaan tindakan. Data yang dikumpulkan pada tahap ini berisi tentang pelaksanaan tindakan dan rencana yang sudah dibuat, serta dampaknya terhadap proses dan hasil intruksional yang dikumpulkan dengan alat bantu atau instrumen pengamatan yang dikembangkan peneliti.

4) Refleksi Terhadap Tindakan

Tahapan ini merupakan tahapan untuk memproses data yang didapat pada saat melakukan pengamatan. Data yang dianalisis, lalu disintesis. Dalam beberapa proses pengkajian data ini, dimungkinkan untuk melibatkan orang luar sebagai kolabulator, seperti halnya pada saat observasi.

3. MENGIDENTIFIKASI DAN MENETAPKAN MASALAH

Masalah-masalah yang dirasakan muncul dalam pembelajaran perlu diidentifikasi dan ditetapkan kelayakannya dan kepentingannya untuk dipecahkan terlebih dahulu. Pada tahap ini yang paling penting adalah menghasilkan gagasan-gagasan awal mengenai masalah aktual yang dialami dalam pembelajaran atau masalah lain yang terkait dengan manajemen kelas, iklim belajar, proses pembelajaran, sumber belajar, dan pengembangan diri peserta didik. Permasalahan aktual tersebut kemudian dijabarkan ke dalam topik-topik yang lebih operasional. Prosedur inilah yang disebut dengan tahap identifikasi masalah.



Terdapat beberapa kriteria yang perlu diperhatikan dalam identifikasi masalah PTK sebagai berikut:

- a) Masalah yang akan dijadikan topik PTK benar-benar muncul dalam pembelajaran.
- b) Penting dan bermanfaat untuk memecahkan masalah dan meningkatkan mutu pembelajaran.
- c) Adanya alasan rasional, logis, dan sistematis yang mendasari perlunya penelitian tersebut dilakukan.
- d) Masalah tersebut riil dan problematika yang memerlukan pemecahan dengan segera.
- e) Masalah tersebut berada dalam jangkauan tugas guru yang dapat dihadapi secara proposional dan profesional.

Jika masalah sudah ditemukan maka, gunakanlah kriteria berikut untuk menguji apakah masalah yang dihadapi layak untuk diatasi melalui PTK

- 1) Jangan memilih masalah yang tidak anda kuasai
- 2) Ambilah topik yang skalanya kecil dan relatif terbatas
- 3) Pilihlah masalah yang dirasa penting

4. MERUMUSKAN MASALAH

Masalah PTK yang telah dipilih perlu dirumuskan secara komprehensif, jelas, spesifik dan operasional sehingga memungkinkan peneliti untuk memilih tindakan yang tepat. Perumusan masalah dapat dilakukan dalam kalimat pernyataan, pertanyaan, atau menggabungkan keduanya.

Dalam merumuskan masalah PTK, ada beberapa petunjuk yang dapat digunakan sebagai acuan masalah hendaknya dirumuskan secara jelas, dalam arti tidak mempunyai makna ganda dan pada umumnya dapat dituangkan dalam kalimat tanya;

- masalah hendaknya dirumuskan secara jelas, dalam arti tidak mempunyai makna ganda dan pada umumnya dapat dituangkan dalam kalimat tanya;
- rumusan masalah hendaknya menunjukkan jenis tindakan yang akan dilakukan dan hubungannya dengan variabel lain;



- rumusan masalah hendaknya menunjukkan jenis tindakan yang akan dilakukan dan hubungannya dengan variabel lain;
- rumusan masalah hendaknya dapat diuji secara empirik, artinya dengan rumusan masalah itu memungkinkan dikumpulkannya data untuk menjawab pertanyaan tersebut (operasional).

5. MERUMUSKAN HIPOTESIS TINDAKAN

Setelah masalah dirumuskan, guru perlu menyusun rencana tindakan dengan terlebih dahulu merumuskan hipotesis tindakan. Hipotesis tindakan adalah dugaan guru tentang cara yang dianggap terbaik dalam mengatasi masalah. Hipotesis ini disusun berdasarkan kajian berbagai teori, hasil penelitian yang pernah dilakukan dan relevan, diskusi dengan teman sejawat, serta refleksi pengalaman sendiri sebagai guru.

Hal yang perlu diingat dalam kaitanya dengan perumusan hipotesis adalah bahwa hipotesis selalu dirumuskan dalam kalimat pernyataan, bukan dalam kalimat tanya.

6. MERENCANAKAN TINDAKAN

Setelah peneliti merumuskan hipotesis tindakan, tahap berikutnya adalah merencanakan tindakan. Kegiatan merencanakan tindakan meliputi:

- a) membuat skenario pembelajaran yang berisikan langkah-langkah kegiatan dalam pembelajaran (sama dengan langkah-langkah pembelajaran dalam RPP)
- b) Mempersiapkan sarana pembelajaran yang mendukung terlaksananya tindakan dan mempersiapkan instrumen penelitian, seperti :
 - 1) Instrumen atau alat ukur dalam penelitian ini adalah berupa tes. Tes adalah alat ukur yang diberikan kepada individu untuk mendapatkan jawaban-jawaban yang diharapkan baik secara tertulis atau lisan atau secara perbuatan. Tes ini disusun berdasarkan tujuan pembelajaran yang akan dicapai, digunakan untuk mengukur kemampuan pemahaman konsep IPA. Tes ini diberikan setiap akhir putaran.
 - 2) Silabus. Yaitu seperangkat rencana dan pengaturan tentang kegiatan pembelajaran, pengelolaan kelas, serta penilaian hasil belajar.
 - 3) Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP)



Yaitu merupakan perangkat pembelajaran yang digunakan sebagai pedoman guru dalam mengajar dan disusun untuk tiap siklus . Masing-masing RPP berisi kompetensi dasar, indikator pencapaian hasil belajar, dan kegiatan belajar mengajar.

4) Lembar Observasi Kegiatan Belajar Mengajar

Lembar observasi pengelolaan model pembelajaran tuntas, untuk mengamati kemampuan guru dalam mengelola pembelajaran.

5) Lembar observasi aktivitas siswa dan guru, untuk mengamati aktivitas siswa dan guru selama proses pembelajaran.

6) Menentukan Indikator keberhasilan tindakan

Hal penting yang juga harus dilakukan dalam kegiatan merencanakan tindakan adalah menentukan kriteria keberhasilan tindakan. Kriteria merupakan ukuran yang ditentukan peneliti untuk menentukan apakah tindakan yang nantinya dilakukan berhasil atau tidak. Kriteria keberhasilan tindakan biasanya dihubungkan dengan rumusan masalah yang meliputi kriteria keberhasilan proses dan hasil pembelajaran. Ukuran keberhasilan proses misalnya: Proses belajar dikatakan berhasil jika 95% siswa terlibat dalam proses pembelajaran, jika 50% siswa mengajukan pertanyaan dalam kegiatan pembelajaran, dsb. Ukuran keberhasilan hasil misalnya: Keberhasilan hasil belajar jika 100% siswa mencapai nilai minimal sama dengan KKM, jika rata-rata nilai siswa dalam kompetensi IPA terpilih meningkat 0,5 dan sebagainya.

7) Melakukan simulasi pelaksanaan tindakan

7. PELAKSANAAN TINDAKAN

Pada tahap ini merupakan tahap implementasi (pelaksanaan) dari semua rencana tindakan yang telah dibuat. Strategi dan skenario pembelajaran yang telah ditetapkan pada perencanaan harus benar-benar diterapkan dan mengacu pada kurikulum yang berlaku. Tentu saja rencana tindakan di atas harus sudah "dilatihkan" kepada pelaksana tindakan (guru peneliti) untuk dapat dilaksanakan di kelas agar sesuai dengan skenario pembelajaran yang dibuat. Pada PTK yang dilakukan oleh guru, pelaksanaan tindakan ini umumnya dilakukan dalam waktu antara 2



sampai 3 bulan, dengan jumlah siklus minimal dua siklus dengan memperhatikan syarat bahwa satu siklus terdiri dari 3 pertemuan

8. MENYUSUN PROPOSAL PTK

Sebelum melaksanakan PTK, guru dituntut membuat proposal PTK terlebih dahulu. Proposal PTK dapat difungsikan sebagai media untuk mengajukan dana penelitian dari lembaga tertentu. Terlepas dari itu, proposal PTK tetap saja menjadi hal wajib yang harus dilakukan guru sebelum melaksanakan PTK karena proposal adalah sebuah rancangan yang akan membantu guru dalam melaksanakan sampai dengan menyusun laporan PTK.

Proposal penelitian tindakan kelas PTK adalah gambaran terperinci tentang proses yang akan dilakukan guru untuk memecahkan masalah dalam pembelajaran. Alur berpikir dalam menyusun proposal harus logis dan sistematis yang terlihat dari keterkaitan antara komponen-komponen proposal yang satu dengan lainnya. Tujuannya agar rangkaian rencana tindakan dapat terarah, sistematis dan mencapai tujuan.

Proposal PTK pada dasarnya terdiri atas empat bagian utama, yaitu Judul Pendahuluan, Kajian Pustaka, dan Metode Penelitian, seperti tampak pada sistematika proposal PTK berikut:

SISTEMATIKA PROPOSAL PTK

JUDUL PTK

BAB I PENDAHULUAN

- A. Latar Belakang Masalah
- B. Rumusan Masalah
- C. Cara Pemecahan Masalah
- D. Tujuan Penelitian
- D. Manfaat Penelitian

BAB II KAJIAN PUSTAKA

- A. Landasan Teori
- B. Penelitian yang Relevan (bila ada)
- C. Kerangka Berpikir



BAB III METODE PENELITIAN

- A. Subjek, Lokasi, dan Waktu Penelitian
- B. Prosedur Penelitian
- C. Teknik Pengumpulan Data
- D. Teknik Analisis Data
- E. Indikator Keberhasilan
- F. Jadwal Pelaksanaan PTK

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

Instrumen PTK (RPP, LKS, Tes untuk setiap siklus, Lembar Observasi, Quesioner, dan Angket)

Penjelasan :

1) Membuat Judul PTK

Judul PTK haruslah dirumuskan secara singkat dan jelas, namun mampu menggambarkan masalah yang diteliti, tindakan perbaikan, hasil yang diharapkan, dan tempat penelitian. Judul penelitian hendaknya disusun tidak lebih dari 18 kata,

2) Pendahuluan

Bagian ini merupakan bagian yang menjelaskan tentang masalah pembelajaran di kelas, proses identifikasi masalah, penyebab timbulnya masalah, dan alasan mengapa masalah itu penting untuk diteliti, atau dengan kata lain bagian ini menguraikan / menjelaskan Latar Belakang Masalah.

Perumusan dan Pemecahan Masalah

a. Perumusan masalah.

Pada bagian ini umumnya terdiri dari jabaran tentang perumusan masalah. Sebaiknya rumusan masalah dibuat dalam bentuk kalimat tanya. Perhatikan kembali bagian B (b) di atas. Dalam rumusan masalah dapat dijelaskan definisi, asumsi, dan lingkup yang menjadi batasan penelitian. Selanjutnya dicari alternatif pemecahan masalahnya.



b. Pemecahan masalah.

Pada bagian ini berisi uraian tentang alternatif tindakan yang diambil untuk memecahkan masalah. Pendekatan dan konsep yang digunakan untuk menjawab masalah yang diteliti hendaknya sesuai dengan kaidah penelitian tindakan kelas (PTK). Cara pemecahan masalah ditentukan berdasarkan pada akar penyebab timbulnya masalah dalam bentuk tindakan (*action*) yang jelas dan terarah.

3) Tujuan dan manfaat penelitian

a. Tujuan

Kemukakan secara singkat tujuan penelitian tindakan kelas yang ingin dicapai dengan mendasarkan pada rumusan masalah yang telah dikemukakan. Tujuan penelitian ini berkaitan dengan usaha mencari jawaban apakah tindakan perbaikan yang kita lakukan berhasil sebagaimana yang diharapkan.

b. Manfaat Penelitian

Uraikan manfaat PTK ini terhadap kualitas pembelajaran dan/atau pendidikan, sehingga nampak manfaatnya bagi siswa, guru, sekolah, dan mungkin juga komponen sekolah lainnya. Kemukakan juga inovasi yang akan dihasilkan dari penelitian ini.

4) Kajian Pustaka dan Kerangka Berpikir

a. Kajian Pustaka

Pada bagian ini dicantumkan uraian kajian teori dan pustaka yang relevan dan menumbuhkan gagasan yang mendasari usulan PTK. Kemukakan juga teori, temuan, dan hasil penelitian lain yang mendukung pilihan tindakan untuk mengatasi masalah yang terjadi pada pembelajaran di kelas. Pada bagian akhir dapat dikemukakan hipotesis tindakan yang menggambarkan indikator keberhasilan tindakan yang diharapkan.

Sebagai contoh, seorang guru melakukan PTK dengan menerapkan model Latihan Inkuiri, maka pada kajian pustaka harus jelas dapat dikemukakan:

- a) bagaimana teori Model Latihan Inkuiri itu, siapa saja tokoh-tokoh yang mendukung / mengemukakan teori tersebut, apa yang spesifik dari teori ini, apa persyaratannya, dan lain-lain.



- b) bagaimana bentuk tindakan yang dilakukan dalam penerapan teori tersebut pada pembelajaran, strategi pembelajarannya, skenario pembelajarannya, dan sebagainya.
- c) bagaimana keterkaitan atau pengaruh penerapan model pembelajaran tersebut dengan perubahan yang diharapkan atau terhadap masalah yang akan dipecahkan, hal ini hendaknya dapat dijabarkan dari berbagai hasil penelitian yang sesuai.
- d) bagaimana prakiraan hasil (hipotesis tindakan) dengan dilakukannya penerapan model tersebut pada pembelajaran terhadap masalah yang akan dipecahkan.

b. Kerangka Pikir

Setelah menuliskan dari kajian pustaka sebaiknya dituliskan kerangka berpikir sebagai alasan utama dilakukannya PTK oleh guru. Kerangka Pikir merupakan pendapat pribadi peneliti setelah mempelajari sekian banyak buku teori/kajian pustaka dan hasil penelitian orang lain. Oleh karena itu, kerangka pikir hendaknya menunjukkan orisinalitas ide atau arah pemikiran peneliti yang murni, bukan kutipan-kutipan melainkan kata-kata peneliti sendiri yang dapat dipertanggung-jawabkan secara keilmuan.

c. Indikator Keberhasilan

Pada bagian akhir kajian pustaka sebaiknya dicantumkan indikator keberhasilan dalam pelaksanaan PTK ini. Penentuan indikator keberhasilan harus sesuai dengan kurikulum yang sedang berlaku.

5) Metode penelitian / Prosedur penelitian

Pada bagian ini menguraikan secara jelas prosedur penelitian yang akan dilakukan. Kemukakan subjek penelitian, tempat, waktu, dan lama tindakan. Prosedur penelitian hendaknya dirinci mulai dari perencanaan, pelaksanaan tindakan, observasi dan evaluasi, hingga analisis dan refleksi yang bersifat daur ulang atau siklus tindakan. Tunjukkan juga siklus-siklus tindakan yang hendak dilakukan dengan menguraikan indikator keberhasilan yang ingin dicapai dalam setiap siklusnya. Jumlah siklus yang dilakukan bergantung pada prediksi keberhasilan PTK, tetapi hendaknya lebih dari satu siklus dan minimal 2 (dua) siklus tindakan.



6) Jadwal Penelitian

Jadwal kegiatan penelitian meliputi kegiatan persiapan, pelaksanaan, dan penyusunan laporan hasil penelitian dalam bentuk *bar chart*. Jadwal kegiatan penelitian disusun selama 3 bulan.

9. MENYUSUN LAPORAN PTK

SISTEMATIKA LAPORAN PTK

1. Bagian Awal; bagian ini meliputi:

- a. Halaman Judul (Kulit Muka)
- b. Halaman Pengesahan
- c. Abstrak

Abstrak merupakan uraian singkat tetapi lengkap yang memuat hal-hal pokok yang diawali dengan judul penelitian, permasalahan dan tujuan, prosedur pelaksanaan, hasil temuan/penelitian, dan kesimpulan. Abstrak sebaiknya ditulis dalam Bahasa Inggris atau dapat juga dalam Bahasa Indonesia.

d. Kata Pengantar

Kata pengantar sebaik tidak terlalu panjang, cukup pendek saja sekitar satu halaman, di dalamnya dikemukakan tujuan penelitian, masalah yang muncul, siapa penyandang dananya (sponsor) dan ucapan terima kasih kepada yang memberikan bantuan. Kata pengantar ini sebaiknya ditulis oleh peneliti itu sendiri.

e. Daftar isi

Daftar ini menunjukkan bagian-bagian dari laporan dan dari sini dapat dilihat hubungan antara bagian yang satu dengan bagian lainnya. Untuk tabel, grafik, diagram, gambar, maupun peta sebaiknya dibuat daftar isi sendiri dengan nama daftar tabel, daftar grafik, daftar diagram, atau daftar gambar.



2. Bagian Isi; meliputi:

BAB I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Kemukakan hal-hal yang memicu terjadinya permasalahan mulai dari yang kaitannya kurang erat sampai kepada yang kaitannya sangat erat (khusus) terhadap masalah. Ungkapkan gejala-gejala kesenjangan yang terdapat di kelas selama ini sebagai dasar pemikiran untuk memunculkan permasalahan. Ada baiknya kalau diutarakan kerugian-kerugian apa yang bakal muncul apabila masalah tersebut dibiarkan tidak diteliti dan keuntungan-keuntungan apa yang bakal diperoleh apabila masalah tersebut dipecahkan melalui penelitian.

B. Rumusan Masalah

Rumuskan masalah dalam bentuk pertanyaan yang singkat dan jelas. Dalam rumusan masalah tersebut harus nampak variabel-variabel yang diteliti. Bila memungkinkan keterkaitan antara satu variabel dengan variabel lainnya ditonjolkan. Setiap variabel yang diteliti harus nampak indikator-indikatornya yang kemudian akan dijabarkan dalam instrumen penelitian. Lihat kembali Kegiatan Belajar 1.

C. Tujuan Penelitian

Rumusan tujuan penelitian mengarah kepada hasil yang ingin dicapai setelah penelitian selesai dilakukan. Oleh sebab itu, rumusan tujuan ini harus konsisten dengan rumusan masalah dan mencerminkan pula proses penelitiannya.

D. Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian harus lebih difokuskan kepada peluang terhadap perbaikan proses pembelajaran di kelas.

BAB II. KAJIAN TEORI DAN PUSTAKA



Kajian pustaka ini sangat penting dalam suatu karya ilmiah, karena dengan kajian pustaka dapat ditunjukkan kedudukan suatu penelitian di tengah-tengah perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi dalam bidang yang diteliti. Dalam kajian pustaka harus memuat hal-hal sebagai berikut:

- 1) teori utama dan teori turunannya dalam bidang yang diteliti.
- 2) yang pernah dilakukan oleh orang lain dalam bidang yang diteliti
- 3) pengetahuan/sesuatu yang telah diketahui berdasarkan hasil penelitian terdahulu.
- 4) Dalam kajian pustaka, kemukakan teori dan pustaka yang relevan dan memberikan arah serta petunjuk pada pelaksanaan PTK. Dalam hal ini, diperlukan adanya usaha untuk membangun argumentasi teoritis yang menunjukkan bahwa tindakan yang diberikan dimungkinkan dapat meningkatkan kualitas proses pembelajaran di kelas.
- 5) Kerangka Berpikir
- 6) Kerangka Pikir merupakan pendapat pribadi peneliti setelah mempelajari sekian banyak buku teori/kajian pustaka dan hasil penelitian orang lain.
- 7) Indikator Keberhasilan
- 8) Dalam PTK peneliti perlu menetapkan kriteria atau indikator keberhasilan tindakan yang dilakukan. Indikator keberhasilan ini sangat menentukan banyaknya siklus dalam pelaksanaan PTK tersebut. Penentuan indikator keberhasilan harus sesuai dengan kurikulum yang sedang berlaku

BAB III. PROSEDUR PENELITIAN

Uraikan secara jelas prosedur penelitian yang telah dilakukan. Tuliskan subjek penelitian, tempat, waktu, dan lama tindakan. Prosedur penelitian hendaknya dirinci mulai dari perencanaan, pelaksanaan tindakan, observasi dan evaluasi, hingga analisis dan refleksi yang bersifat daur ulang atau siklus tindakan. Tunjukkan juga siklus-siklus tindakan yang hendak dilakukan dengan menguraikan indikator keberhasilan yang ingin dicapai dalam setiap siklusnya. Jumlah siklus



yang dilakukan bergantung pada prediksi keberhasilan PTK, tetapi hendaknya minimal 2 (dua) siklus tindakan. tentu saja harus sesuai dengan proposal yang telah disusun sebelumnya.(lihat pada cara menyusun proposal PTK)

Kemukakan alat pengumpul data, teknik penjarangan data, serta proses triangulasi yang dilakukan untuk menunjukkan keakuratan data yang diperoleh. Pada prosedur penelitian juga perlu diuraikan secara rinci cara analisis dan refleksi yang dilakukan. Apa saja yang dilakukan pada setiap siklus dan target yang ingin dicapai pada setiap siklusnya juga perlu diuraikan secara jelas.

Analisis data dalam penelitian tindakan kelas tidak menggunakan uji statistik, data hanya di analisis dengan menggunakan analisis deskriptif. Hasil belajar dianalisis dengan analisis deskriptif komparatif yaitu membandingkan nilai tes antar siklus maupun dengan indikator keberhasilan Disamping itu juga dilakukan analisis kualitatif dan kuantitatif untuk mendukung analisis data. Observasi maupun wawancara di analisis secara diskriptif. Hasil yang di dapat pada tahap observasi digunakan untuk refleksi siklus berikutnya

BAB IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Bagian ini menyajikan uraian masing-masing siklus dengan data lengkap, menyangkut berbagai aspek yang terjadi akibat tindakan yang dilakukan. Tunjukkan adanya perbedaan antara tindakan pembelajaran yang telah dilakukan secara inovatif dengan pembelajaran biasa tanpa inovasi atau pembelajaran yang sering dilakukan selama ini. Hasil penelitian ditulis lengkap sesuai dengan data pengamatan. Tabel, diagram, dan grafik sangat baik digunakan untuk menyajikan data. Nilai hasil belajar, Laporan praktikum siswa, aktivitas belajar, dan foto tentang proyek yang dilakukan siswa sebaiknya dicantumkan sebagai hasil penelitian.

Pada refleksi diakhir setiap siklus berisi penjelasan tentang aspek keberhasilan (dapat melalui grafik atau diagram atau lainnya) dan kelemahan-kelemahan yang terjadi selama tindakan pembelajaran berlangsung. Kemukakan adanya perubahan / kemajuan / perbaikan



yang terjadi pada diri siswa, lingkungan kelas, guru, aktivitas dan hasil belajar. Kemukakan hasil dari keseluruhan siklus ke dalam ringkasan untuk bahan dasar analisis dan pembahasan. Bahan atau data tersebut ditulis dalam bentuk tabel, grafik, diagram, atau bagan, sehingga akan memperjelas adanya perubahan yang terjadi disertai pembahasan secara sistematis dan jelas. Pembahasan dalam bab ini disajikan dalam bentuk siklus-siklus, sesuai dengan jumlah siklus yang telah dijalankan.

BAB V. SIMPULAN DAN SARAN

1) Simpulan

Sajikan simpulan dari hasil penelitian sesuai dengan analisis, tujuan penelitian, dan hipotesis tindakan yang telah dirumuskan sebelumnya. Simpulan memuat jawaban atas pertanyaan penelitian yang telah dikemukakan dalam rumusan masalah. Jawaban tidak saja berupa hasil, tetapi berisi juga produk dan proses.

2) Saran

Saran yang diberikan kepada para pembaca, sebaiknya saran-saran yang betul-betul didasarkan atas hasil temuan dalam studi yang telah dilakukan, dan bukan berupa pendapat atau tinjauan idealis pribadi peneliti.

Daftar Pustaka

Daftar Pustaka, yang dituliskan secara konsisten menurut misalnya model APA (American Psychological Association), MLA (Modern Language Association) atau Turabian.

Lampiran;

dapat meliputi: Instrumen yang digunakan dalam penelitian, data penelitian, RPP, contoh lembar jawaban dari siswa, laporan praktikum, foto-foto kegiatan, ijin penelitian, biodata peneliti, dan dokumen-dokumen lain yang dipandang perlu.



Contoh:

Draft Proposal Penelitian Tindakan Kelas

Judul Penelitian:

Menumbuhkan Keberanian Siswa Kelas IX SMPN SEDC Bandung untuk Mengajukan Pertanyaan dan Mengemukakan Gagasan Pada Konsep Rangkaian Listrik Melalui Model Latihan Inkuiri

A. Latar Belakang Masalah :

- Siswa tidak berani bertanya dan mengemukakan gagasan
- Hasil belajar rendah
- Siswa kurang aktif
- Penyebab masalah
 1. Guru kurang memberikan kesempatan pada siswa untuk mengajukan pertanyaan dan gagasan dan mengemukakan gagasan
 2. Guru belum menerapkan pembelajaran yang mengaktifkan siswa

B. Rumusan Masalah

Apakah penerapan model latihan inkuiri pada konsep rangkaian listrik dapat menumbuhkan keberanian siswa Kelas IX SMP SEDC BANDUNG untuk mengajukan pertanyaan dan mengemukakan gagasan?“.

C. Cara Pemecahan Masalah

Untuk memecahkan masalah PTK ini dilaksanakan selama dua siklus dengan menggunakan Model Latihan Inkuiri. Model Latihan Inkuiri memiliki lima fase, yaitu:

- 1) Konfrontasi dengan masalah,
- 2) Pengumpulan data verifikasi /pembuktian,
- 3) Pengumpulan data eksperimental,
- 4) Mengorganisir dan merumuskan penjelasan, serta
- 5) Analisis proses inkuiri.

Dalam rangka memecahkan masalah, penerapan Model Latihan Inkuiri memberi peluang kepada siswa untuk menggunakan keterampilan-keterampilan bertanya secara optimal. Oleh sebab itu, penerapan model ini diyakini dapat meningkatkan keberanian bertanya siswa.



Siklus pertama: Melaksanakan pembelajaran konsep kuat arus dengan menerapkan Model Latihan Inkuiri

Siklus kedua: Melaksanakan pembelajaran konsep konsep Beda potensial dengan penekanan pada fase ke-2 yaitu tahap pengumpulan data/pembuktian.

D. Tujuan dan Manfaat Penelitian

1. Tujuan Penelitian :

- a. Untuk mengetahui keaktifan siswa dalam mengajukan pertanyaan dan mengemukakan gagasan dalam model latihan inkuiri.
- b. Untuk memperoleh gambaran aktivitas guru dan siswa selama melaksanakan pembelajaran konsep rangkaian listrik
- c. Untuk memperoleh gambaran perolehan hasil belajar siswa pada konsep rangkaian listrik
- d. Untuk mengetahui kendala yang dihadapi oleh guru pada saat menerapkan model latihan inkuiri
- e. Untuk mengetahui respon siswa terhadap penerapan model latihan inkuiri pada pembelajaran konsep rangkaian listrik

2. Manfaat Penelitian

Penelitian tindakan kelas ini diharapkan dapat memberikan manfaat bagi siswa, guru, sekolah maupun peneliti lain.

- Bagi siswa :
 - memiliki keberanian untuk bertanya dan mengajukan gagasan
 - meningkatkan penguasaan konsep fisika
 - mengembangkan kemampuan berargumentasi
- Bagi guru :

Memperoleh alternatif baru yang dapat diterapkan untuk menumbuhkan keberanian siswa untuk bertanya dan mengajukan gagasan dalam proses memahami sebuah konsep.
- Bagi sekolah :

Memiliki siswa-siswa dan guru yang dapat mengemukakan gagasan dan dapat bekerja sama dengan baik



E. Kajian Teori

Latihan Inkuiri dikembangkan oleh J. Richard Suchman untuk membelajarkan siswa tentang suatu proses untuk menginvestigasi dan menjelaskan fenomena yang tidak biasa. (Joyce *et al*, 1992: 199). Model ini dirancang untuk melatih siswa dalam suatu penelitian ilmiah sehingga diharapkan dapat menumbuhkan dan mengembangkan rasa ingin tahu dalam diri siswa, menumbuhkan kemampuan intelektual dalam berfikir induktif, kemampuan meneliti, kemampuan berargumentasi dan kemampuan mengembangkan teori. Prinsip penting pada model latihan inkuiri (Joyce *et al*: 1992) adalah memastikan agar pertanyaan yang diajukan oleh siswa dapat dijawab dengan **ya** atau **tidak** oleh guru dan sama sekali tidak meminta guru untuk melakukan penyelidikan. Menurut Suchman (Rowe, 1978:363) tujuan mengharuskan siswa mengajukan pertanyaan yang hanya akan dijawab oleh guru dengan **ya** atau **tidak** adalah untuk membelajarkan siswa tentang bagaimana cara (1) mengajukan pertanyaan yang terarah dan tidak kabur, (2) menyusun informasi untuk mendukung kesimpulan (sementara), (3) menganalisis suatu situasi dalam menyelesaikan hubungan antar variabel.

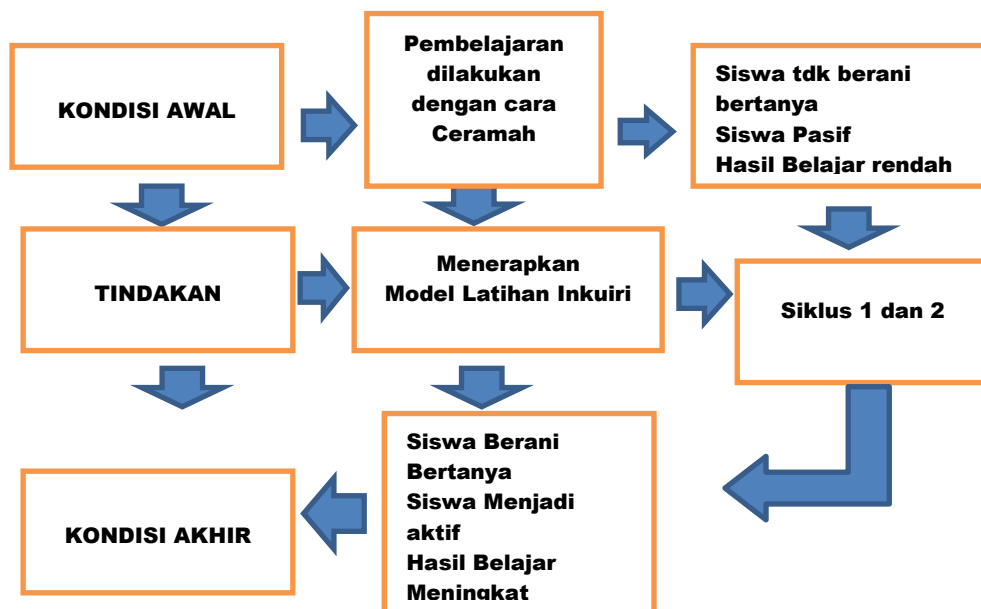
Model Latihan Inkuiri memiliki 5 fase yaitu;

- | | |
|-------------|---|
| Fase Satu: | Konfrontasi dengan Masalah
Menjelaskan prosedur inkuiri
Menyajikan kejadian yang tidak biasa / wajar |
| Fase Dua: | Pengumpulan data verifikasi /pembuktian
Verifikasi sifat dan kondisi obyek
Verifikasi keberadaan situasi yang menimbulkan masalah |
| Fase Tiga: | Pengumpulan data—Eksperimentasi
Mengisolasi variabel yang relevan
Membuat hipotesis (dan menguji) hubungan sebab akibat |
| Fase Empat: | Mengorganisir, Merumuskan penjelasan
Merumuskan aturan-aturan atau penjelasan |
| Fase Lima: | Analisis Proses Inkuiri
Menganalisis strategi inkuiri dan mengembangkan strategi yang lebih efektif |



F. Kerangka Berpikir

Sebagian besar siswa Kelas IX SMP SEDC Tidak berani bertanya ,pasif dan hasil belajar yang diperoleh pada pembelajaran IPA tentang konsep Listrik Dinamis masih rendah. Oleh karena itulah diperlukan upaya guru untuk meningkatkan hasil belajar siswa. Apabila guru menerapkan Model Latihan Inkuiri , maka hasil belajar dan keaktifan siswa pada pembelajaran IPA Fisika tentang Listrik Dinamis akan meningkat. Hal ini dilakukan dalam proses perbaikan pembelajaran melalui Penelitian Tindakan Kelas dalam dua siklus. Tindakan tersebut apabila dituangkan dalam bentuk skema akan dapat tergambar seperti berikut.



Gambar 1.3. Skema Kerangka Pikir

G. Hipotesis Tindakan

Berdasarkan kerangka berpikir diatas maka hipotesis tindakan penelitian tindakan kelas ini adalah “Melalui penerapan Model latihan Inkuiri pada konsep rangkaian listrik, maka akan tumbuh keberanian siswa kelas IX SMP SEDC Bandung untuk mengajukan pertanyaan dan mengemukakan gagasan”



H. Metodologi Penelitian

- Setting Penelitian: Subyek penelitian adalah siswa kelas IX SMP SEDC Bandung dengan Jumlah siswa 44 orang terdiri dari 26 siswa laki-laki dan 18 siswa perempuan.

Karakteristik subyek penelitian: Kelas III x memiliki karakteristik prestasi akademik menengah dibandingkan dengan dua kelas unggulan dan dua kelas rendah lainnya, serta memiliki latar belakang sosial ekonomi rendah.

- Variabel yang diteliti :

Siswa:

1. Keaktifan mengajukan pertanyaan dan mengemukakan gagasan
2. Keaktifan belajar pada saat pembelajaran berlangsung
3. Hasil belajar konsep rangkaian listrik
4. Respon siswa

Guru:

Kendala yang dihadapi pada saat melaksanakan pembelajaran dengan menerapkan model latihan inkuiri

I. Rencana Tindakan

- Perencanaan :

Membuat Instrumen penelitian berupa RPP, LKS, Tes hasil belajar untuk 2 siklus, angket awal dan respon , pedoman observasi .

- Pelaksanaan Pembelajaran

PTK ini dilaksanakan selama dua siklus

Siklus pertama : Melaksanakan pembelajaran konsep kuat arus dengan menerapkan Model Latihan Inkuiri

Siklus kedua : Melaksanakan pembelajaran konsep konsep beda potensial dengan penekanan pada fase ke-2 Model Latihan Inkuiri yaitu fase pengumpulan data/pembuktian

- Observasi

Pelaksanaan observasi dilakukan oleh observer dengan menggunakan pedoman observasi yang telah disiapkan untuk pengambilan data secara kualitatif. Pengambilan data kuantitatif dilakukan pada setiap akhir siklus dengan melakukan tes hasil belajar.



- Analisis dan Refleksi

Analisis data dalam penelitian ini menggunakan analisis deskriptif. Disamping itu juga dilakukan analisis kualitatif dan kuantitatif untuk mendukung analisis data. Hasil yang di dapat pada tahap observasi digunakan untuk refleksi siklus berikutnya

J. Data dan Cara Pengambilan Data

No	Sumber Data	Jenis Data	Teknik Pengumpulan	Instrumen PTK
1	Siswa	Keberanian siswa untuk mengajukan pertanyaan dan mengemukakan gagasan sebelum dilakukan tindakan	Penyebaran angket pra-siklus	Angket awal
2	Guru	Langkah- langkah pembelajaran	Observasi dan perekaman	Pedoman Observasi KBM
3	Siswa	Frekuensi siswa yang mengajukan pertanyaan dan mengemukakan gagasan	Observasi dan perekaman	Pedoman Observasi frekuensi siswa yang mengajukan pertanyaan
4	Guru dan Siswa	Aktivitas guru dan siswa selama berlangsungnya PBM	Observasi	Pedoman Observasi aktivitas guru dan siswa
5	Guru	Keterlaksanaan fase-fase model latihan inkuiri	Observasi	Pedoman Observasi Keterlaksanaan model latihan inkuiri
6	Siswa	<ul style="list-style-type: none"> • Hasil belajar konsep kuat arus • Hasil belajar konsep beda potensial • Ketuntasan belajar 	<ul style="list-style-type: none"> • Melaksanakan evaluasi siklus 1 • Melaksanakan evaluasi siklus 2 • Hasil belajar siklus 1 dan 2 	<ul style="list-style-type: none"> • Soal tes konsep kuat arus • Soal tes konsep beda potensial • Format ketuntasan



		perorangan dan klasikal		belajar
7	Siswa	Respon siswa terhadap model latihan inkuiri	Penyebaran angket	Angket respon siswa

K. Indikator Keberhasilan

Kriteria keberhasilan yang sesuai dengan tujuan akhir dari penelitian tindakan kelas ini adalah meningkatnya persentase keberanian siswa untuk mengajukan pertanyaan dan mengemukakan gagasan, meningkatnya aktivitas dan hasil belajar siswa melalui penerapan model latihan inkuiri, dengan perolehan skor dalam persen sebagai berikut:

1. Tingkat keberanian siswa untuk mengajukan pertanyaan dan mengemukakan gagasan
 - 80% keatas : sangat tinggi
 - 60%-79% : tinggi
 - 40%-59% : sedang
 - 20%-39% : rendah
 - 0%-19% : sangat rendah
2. Tingkat aktivitas siswa rata-rata setiap 5 menit:
 - 80% keatas : sangat tinggi
 - 60%-79% : tinggi
 - 40%-59% : sedang
 - 20%-39% : rendah
 - 0%-19% : sangat rendah
3. Batas KKM : 65,00

L. Jadwal Penelitian

No	Rencana Kegiatan	Bulan dan Minggu tahun 2014																	
		Juli				Agustus				September				Oktober				November	
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4		
1	Persiapan :																		
	Merevisi Instrument PTK																		
2	Pelaksanaan																		
	Siklus 1																		



	Siklus 2																		
3	Analisis Data siklus 1																		
	Analisis Data Siklus 2																		
	Menyimpulkan hasil Analisis																		
4	Menyusun Laporan																		
	Seminar Hasil PTK																		
	Perbaikan Laporan																		

D. Aktivitas Pembelajaran

Kegiatan 1

Untuk dapat mengidentifikasi masalah pembelajaran, Anda dapat melakukan aktivitas pembelajaran berikut.

1. Pelajarilah contoh studi kasus berikut.
2. Jawablah pertanyaan-pertanyaan setelah membaca contoh studi kasus tersebut!

Studi Kasus 1

Ibu Pelangi akan mengajarkan IPA dengan topik Listrik Dinamis selama 3 jam pelajaran, di kelas IX SMP Negara Makmur. Ia juga sudah menyiapkan alat paraktikum yang terdapat dalam kit Listrik. Setelah melakukan presensi dan berdoa, Bu Pelangi memberikan apersepsi tentang arus listrik dan satuannya serta syarat arus listrik dapat mengalir kemudian Bu Pelangi juga menyampaikan indikator pembelajaran yang akan dicapai yaitu Siswa dapat membedakan rangkaian seri dan rangkaian paralel. Setelah itu, Bu Pelangi memulai mengajar materi tentang rangkaian listrik dengan menjelaskan rangkaian listrik, jenis rangkaian listrik dan hukum III Kirchhoff tentang arus yang masuk dan arus yang keluar dari sebuah titik percabangan beserta contoh dan latihan soalnya. Setelah itu Bu Pelangi membagikan pada setiap



kelompok kit listrik SMP dan LKS Rangkaian seri dan paralel kemudian menugaskan para siswa untuk praktikum kemudian laporannya dikumpulkan. Pada pertemuan berikutnya Bu Pelangi mengadakan penilaian pengetahuan, dan setelah dikoreksi, Bu Pelangi tidak menyangka bahwa hasilnya tidak memuaskan. Hasil nilai siswa yang mencapai 75 ke atas hanya 15 orang dari 40 siswa. Bu Pelangi merenung, mengapa target tidak tercapai, padahal dia menargetkan 75 % siswa mendapat nilai 75 ke atas?

Pertanyaan:

1. Lakukan identifikasi masalah pada pembelajaran yang disajikan oleh ibu Pelangi!
2. Masalah Pembelajaran bu Pelangi termasuk area mana?
3. Bagaimana urutan mengajar yang sebaiknya dilakukan oleh ibu Pelangi?
4. Faktor-faktor apa saja yang mungkin menyebabkan hasil penilaian yang dilakukan ibu Pelangi tidak sesuai dengan harapannya?
5. Tuliskan alternatif pemecahan masalahnya

Kegiatan 2

Pelajarilah contoh studi kasus berikut.

Jawablah pertanyaan-pertanyaan setelah membaca contoh studi kasus berikut

Studi Kasus 2

Pak Tunggal seorang guru IPA setelah melakukan refleksi pembelajaran yang telah dilakukan sepanjang jadi guru akhirnya menemukan bahwa sebagian sebagian besar siswa dikelasnya tidak pernah mengajukan pertanyaan disamping itu juga menemukan pada saat guru menugaskan siswa untuk mengkomunikasikan hasil kerja kelompok sebagian siswa enggan untuk melakukannya dan hanya saling menunjuk saja. Akhirnya pak Tunggal memberikan angket pertanyaan yang berkaitan dengan “ mengapa siswa jarang memberikan pertanyaan “ serta alasan “ mengapa tidak berani tampil di depan kelas untuk melakukan presentasi hasil pembelajaran kelompoknya”

Jawablah pertanyaan yang berkaitan dengan kasus tersebut

1. Identifikasi masalah masalah pada kasus pembelajaran Pak Tunggal.



2. Rumuskan permasalahan berdasarkan masalah kasus pembelajaran Pak Tunggai :

3. Kemukakan 4 (empat) alasan mengapa Bapak/Ibu mempermasalahkan hal tersebut ?

1.

2.

3.

4.

4. Kemukakan Tujuan yang ingin dicapai dari PTK yang akan dilakukan

5. Kemukakan manfaat yang diperoleh dari PTK yang akan dilakukan



6. Tuliskan macam data yang akan dihimpun dan instrumen yang akan dipakai dalam menghimpun data tersebut.

Data yang akan dihimpun selama pelaksanaan PTK	Instrumen yang akan dipakai dalam menghimpun data
1.	
2.	
3.	

Kerangka pikir isian jawaban Bapak/Ibu di atas dapat menjadi dasar untuk membuat proposal PTK.

E. Latihan/Kasus/Tugas

I. Soal Pilihan Ganda

- PTK Menurut Carr dan Kemmis (1986), adalah
 - Suatu bentuk penelitian reflektif diri kolektif
 - Dilakukan oleh peserta-pesertanya dalam situasi sosial untuk
 - Untuk meningkatkan pemahaman mereka terhadap situasi tempat praktik-praktik tersebut dilakukan
 - Dilakukan hanya dalam dunia pendidikan
- "Guru dalam melakukan PTK dapat melibatkan pihak-pihak terkait". Pernyataan tersebut merupakan penjabaran karakteristik
 - Integratif
 - Reflektif
 - Kolaboratif
 - Kontributif
- Model penelitian tindakan beragam, namun secara garis besar tahapannya sebagai berikut
 - Perencanaan, pengamatan, pelaksanaan, dan refleksi.
 - Perencanaan, pengamatan, refleksi, dan pelaksanaan.
 - Perencanaan, pelaksanaan, pengamatan, dan refleksi.
 - Perencanaan, refleksi, pelaksanaan, dan pengamatan.



4. Dalam tahap ini peneliti menjelaskan tentang apa, mengapa, kapan, di mana, oleh siapa, dan bagaimana tindakan tersebut dilakukan
 - A. Perencanaan
 - B. Refleksi
 - C. Pelaksanaan
 - D. Pengamatan

5. Penelitian tindakan ditujukan untuk membuat perubahan. Manakah pertanyaan berikut yang tidak relevan dengan sebuah penelitian tindakan?
 - A. Seberapa jauh perubahan yang telah terjadi
 - B. Apa yang terjadi selama transisi
 - C. Faktor-faktor apa saja yang menjadi kendala untuk membuat perubahan
 - D. Seberapa besar pengaruh antar variable yang dominan dalam perubahan

6. Tahapan PTK dengan mengemukakan kembali apa yang sudah dilakukan adalah
 - A. Perencanaan
 - B. Pelaksanaan
 - C. Pengamatan
 - D. Refleksi

7. Langkah utama dan paling penting dalam melakukan penelitian tindakan adalah
 - A. Mengidentifikasi masalah dan merumuskan hipotesis tindakan
 - B. Menganalisis masalah dan merumuskan hipotesis tindakan
 - C. Mengidentifikasi dan merumuskan masalah
 - D. Merencanakan, melaksanakan tindakan dan mengamatnya

8. Perhatikan pernyataan berikut:
 - 1) Refleksi



- 2) Tindakan
- 3) Pengamatan
- 4) Perencanaan

Tahap PTK adalah :

- A. 1) ,4),2) dan 3)
 - B. 1) ,2),3) dan 4)
 - C. 3),4),2) dan 1)
 - D. 4),2),3) dan 1)
9. Refleksi paling tepat dilaksanakan setelah
- A. sebelum menyusun proposal
 - B. sesudah mengidentifikasi masalah
 - C. sesudah menentukan upaya tindakan perbaikan
 - D. sesudah melakukan upaya perbaikan
10. Perencanaan tindak lanjut dalam PTK adalah . . .
- A. Menyusun tindakan perbaikan untuk siklus berikutnya
 - B. Merevisi Pedoman Observasi
 - C. Menyusun Proposal PTK
 - D. Menentukan metode yang akan di gunakan

II. Latihan Soal

Buatlah proposal PTK berdasarkan kerangka pikir yang telah Bapak/Ibu kerjakan

1. **Buatlah sebuah Judul** Penelitian Tindakan Kelas yang sesuai dengan masalah di kelas Anda.

Maksimal 20 kata, spesifik, jelas menggambarkan masalah yang diteliti, tindakan untuk mengatasi masalah, hasil yang diharapkan, dan tempat penelitian.

2. **Pendahuluan**

Buatlah garis besar atas:

- Keberadaan masalah nyata, jelas, dan mendesak
- Penyebab masalah



- Masalah dan identifikasi penyebabnya

3. Perumusan dan Pemecahan Masalah

Buatlah:

- a. Rumusan masalah dalam bentuk rumusan masalah PTK
- b. Bentuk pemecahan masalah sesuai dengan masalah
- c. Indikator keberhasilan

4. Tujuan

Buatlah tujuan penelitian sesuai dengan rumusan masalah

5. Manfaat

Buatlah manfaat hasil penelitian bagi Siswa, Guru dan Sekolah

6. Kajian Pustaka

- a. Buatlah pointer pointer dan uraian singkat tentang point-point yang dikaji dengan permasalahan
- b. Rancanglah kerangka berpikir penelitiannya

7. Metode Penelitian

- a. Tuliskan subjek, tempat, dan waktu (setting) penelitian
- b. Tuliskan perencanaan rinci langkah-langkah (skenario) PTK
- c. Tuliskan berapa siklus dan rancangannya
- d. Buat indikator keberhasilan

8. Jadwal Penelitian

Buatlah Jelas jadwal penelitiannya dalam bentuk Gantt Chart (tindakan dimulai bulan Juli)

9. Daftar Pustaka

Tuliskan daftar pustaka sesuai ketentuan yang berlaku

10. Penggunaan Bahasa

Gunakan Bahasa Indonesia yang baku

11. Lampiran

Tuliskan Lampiran apa saja yang harus ada pada sebuah proposal PTK



F. Rangkuman

Penelitian Tindakan Kelas adalah penelitian yang dilakukan melalui refleksi diri dengan tujuan utama untuk perbaikan proses pembelajaran. Dengan demikian masalah penelitian berasal dari masalah yang dihadapi sehari-hari. Model penelitian tindakan bervariasi namun semuanya memiliki tahapan utama yang sama, yaitu tahap perencanaan, pelaksanaan, observasi, dan refleksi.

Langkah-langkah dalam melaksanakan Penelitian Tindakan Kelas adalah sebagai berikut. (1) mengidentifikasi dan merumuskan masalah; (2) menganalisis masalah; (3) merumuskan hipotesis tindakan; (4) membuat rencana tindakan; (5) melaksanakan tindakan dan mengamatinya; (6) mengolah dan menafsirkan data; dan (7) melaporkan.

Proposal atau usulan penelitian merupakan langkah awal yang harus dilakukan peneliti sebelum memulai kegiatan penelitian tindakan kelas PTK. Proposal penelitian tindakan kelas dapat membantu memberi arah pada peneliti agar mampu menekan kesalahan yang mungkin terjadi selama penelitian berlangsung. Proposal penelitian tindakan kelas harus dibuat sistematis dan logis sehingga dapat dijadikan pedoman yang mudah diikuti. Proposal penelitian tindakan kelas adalah gambaran terperinci tentang proses yang akan dilakukan peneliti (guru) untuk memecahkan masalah dalam pelaksanaan tugas (pembelajaran).

Proposal PTK pada dasarnya terdiri atas empat bagian utama, yaitu Judul, Pendahuluan, Kajian Pustaka, dan Metode Penelitian.

G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut

Setelah menyelesaikan soal latihan ini, Anda dapat memperkirakan tingkat keberhasilan Anda dengan melihat kunci/rambu-rambu jawaban yang terdapat pada bagian akhir modul ini. Jika Anda memperkirakan bahwa pencapaian Anda sudah melebihi 80%, silahkan Anda terus mempelajari Kegiatan Pembelajaran berikutnya, namun jika Anda menganggap pencapaian Anda masih kurang dari 80 %, sebaiknya Anda ulangi kembali mempelajari kegiatan Pembelajaran ini.

Arti Tingkat Penguasaan:



90%- 100%	= Baik Sekali
80%- 89%	= Baik
70%- 79%	= Cukup
< 70%	= Kurang

KUNCI JAWABAN

1. A
2. C
3. C
4. A
5. D
6. D
7. C
8. D
9. D
10. A



EVALUASI

1. Apabila dikaitkan dengan tanggung jawab guru terhadap pembelajaran, Penelitian Tindakan Kelas dapat membantu guru untuk
 - A. Mengatasi masalah siswa
 - B. Berkolaborasi dengan guru lain
 - C. Berkembang secara professional
 - D. Memperbaiki proses pembelajaran
2. Manfaat melakukan Penelitian Tindakan bagi seorang guru adalah
 - A. Untuk dapat naik golongan
 - B. Meningkatkan nilai siswa
 - C. Memperbaiki proses pembelajaran
 - D. Meningkatkan prestasi kelas siswa
3. Penelitian kelas yang direncanakan dan dilaksanakan sebagaimana harusnya dan dilakukan secara konsisten akan dapat memperbaiki
 - A. Kualitas pendidikan nasional
 - B. Proses Belajar Mengajar di kelas
 - C. Kualitas pendidikan di Sekolah secara umum
 - D. Meningkatkan promosi karier guru
4. Dalam merancang sebuah penelitian tindakan kelas, salah satu yang harus diperhatikan dalam adalah pemilihan topik yang dapat di jadikan Penelitian Tindakan Kelas. Perhatikan Topik PTK berikut ini:
 1. Masalah Belajar peserta didik
 2. Model Pembelajaran
 3. Lingkungan belajar
 4. Salah satu judul konsep IPA
 5. Implementasi kurikulum

Topik-topik yang dapat diteliti dalam sebuah Penelitian Tindakan Kelas adalah

- A. 1, 2, 3, dan 4
 - B. 1, 2, 3, dan 5
 - C. 1, 2, 3, dan 5
 - D. 1, 2, 4, dan 5
5. Dalam merancang sebuah penelitian tindakan kelas, salah satu hal yang harus diperhatikan adalah cara menentukan rumusan masalah dalam sebuah Penelitian Tindakan Kelas. Manakah Rumusan masalah yang benar dalam PTK?



- A. Upaya apa yang dapat dilakukan untuk mengatasi kesulitan belajar matematika bagi siswa yang memiliki keterbatasan kemampuan kognitif?
 - B. Apakah Kemampuan mengajar guru mata pelajaran Fisika dapat ditingkatkan melalui keikutsertaannya dalam pelatihan guru mata pelajaran
 - C. Bagaimana strategi peneliti membantu siswa yang mengalami masalah dalam belajar sains?
 - D. Bagaimana Peningkatan kualitas proses Pembelajaran IPA di kelas IX_A melalui Penerapan Pendekatan Saintifik?
6. Dalam merancang sebuah penelitian tindakan kelas, salah satu yang harus diperhatikan adalah cara menentukan judul Penelitian dalam sebuah Penelitian Tindakan Kelas. Perhatikan contoh judul PTK berikut ini
- A. Pengaruh media pembelajaran animasi pada konsep sistem pencernaan manusia pada siswa kelas VIII_A di SMP 1 Kota Antah Berantah tahun ajaran 2014/2015
 - B. Peningkatan Pemahaman konsep IPA di kelas IX SMP Negeri 50 di kota Bebas Asap Melalui Pendekatan Saintifik
 - C. Peningkatan Aktivitas Belajar Siswa pada kls XI SMP Negeri 1 Kabupaten Jauh Nian dengan menerapkan *Project Based Learning*
 - D. Peningkatan pemahaman konsep Suhu dan Kalor di kelas VII SMP 2 tahun ajaran 2015/2016 kota Antah Berantah melalui penerapan *Discovery Learning*
7. Perbedaan antara PTK dengan non-PTK ditinjau dari hasil akhir yang ingin dicapai terletak pada....
- A. Teori belajar yang akan diuji
 - B. Temuan penelitian yang dapat digeneralisasikan
 - C. Perbaikan hasil belajar siswa
 - D. Meningkatnya kemampuan guru dalam melakukan penelitian
8. Dibandingkan dengan penelitian formal, sampel yang digunakan dalam PTK termasuk jenis....
- A. Sampel representatif
 - B. Sampel purposif
 - C. Sampel acak
 - D. Kasus khusus yaitu kelas
9. Berikut adalah keterbatasan PTK dibandingkan dengan penelitian formal, kecuali
- A. Peneliti
 - B. Validitas
 - C. Metodologi
 - D. Instrumen
10. Refleksi paling tepat dilakukan oleh peneliti PTK pada saat....
- A. Sebelum menyusun proposal
 - B. Sesudah mengidentifikasi masalah
 - C. Sesudah menentukan upaya tindakan perbaikan
 - D. Sesudah melakukan upaya perbaikan

PENUTUP

Demikian telah kami susun Modul Guru Pembelajar Kelompok Kompetensi J untuk guru IPA SMP. Modul ini diharapkan dapat membantu Anda meningkatkan pemahaman terhadap materi Penelitian Tindakan Kelas. Selanjutnya pemahaman ini dapat Anda implementasikan dalam pembelajaran di sekolah masing-masing demi tercapainya pembelajaran yang berkualitas.

Materi dalam modul ini tidak terlalu sulit untuk dipelajari sehingga mudah dipahami. Modul ini berisikan konsep-konsep inti dan petunjuk-petunjuk praktis dalam pelaksanaan Penelitian Tindakan Kelas dengan bahasa yang mudah dipahami. Anda dapat mempelajari materi dan berlatih melalui berbagai aktivitas, tugas, latihan, dan soal-soal yang telah disajikan.

Akhirnya, tak ada gading yang tak retak, begitu pula dengan modul ini yang masih terus dikembangkan untuk mencapai taraf kualitas sempurna. Oleh karena itu, saran-saran yang konstruktif dan membangun sangat kami harapkan untuk perbaikan lebih lanjut. Sekian dan terima kasih, semoga sukses, dan mendapat ridho-Nya.



DAFTAR PUSTAKA

- Bruce, Joice & Showers. (1992). ***Models of Teaching*** . New Jercey: Prentice Hall.
- Carin, A.. (1997). ***Teching Modern Science*** .: New Jercey ; Prentice Hall,Inc.
- Depdikbud .1999. ***Penelitian Tindakan Kelas***. Jakarta: Depdikbud.
- Depdikbud .1999. ***Penelitian Tindakan Kelas***. Jakarta: Depdikbud.
- Edi Prayitno ,Sri Wulandari (2010). ***Penyusunan proposal Penelitian Tindakan Kelas dalam Pembelajaran Matematika di SD***. Jakarta : Kemendiknas
Dirjen PMPTK
- Hopkins, D. 1985. A ***Teacher's Guide to Classroom Research***. Philadelphia: Open University Press.
- Joni, R. (1998). ***Penelitian Tindakan Kelas***. Makalah dalam Penataran Calon Pelatih Proyek Pengembangan Guru Sekolah Menengah, Jakarta : Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi.

Landasan Hukum

- Kemdiknas. 2007. ***Permendikas No. 16 tentang Standar Kualifikasi Akademik dan Kompetensi Guru***. Jakarta: Kementerian Pendidikan Nasional
- Kemdikbud. 2014. ***Permendikbud No. 58 Tahun 2014 tentang Kurikulum 2013 Sekolah Menengah Atas / Madrasah Aliyah***.Jakarta: Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan
- Kemdikbud. 2014. ***Permendikbud No. 59 Tahun 2014 tentang Kurikulum 2013 Sekolah Menengah Atas / Madrasah Aliyah***.Jakarta: Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan



Kemdikbud. 2014. ***Permendikbud No. 103 Tahun 2014 tentang Pembelajaran pada Dikdasmen***. Jakarta: Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan

Kemdikbud. 2014. ***Permendikbud No. 104 Tahun 2014 tentang Penilaian Hasil Belajar oleh Pendidik pada Pendidikan Dasar dan Pendidikan Menengah***. Jakarta: Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan

Permendikbud Nomor 65 tahun 2013 tentang Standar Proses

Permendikbud Nomor 68 Tahun 2013 tentang Kerangka Dasar dan Struktur Kurikulum SMP/MTs

GLOSARIUM

<i>Action Research</i>	:	Penelitian Tindakan
<i>Classroom Action Research</i>	:	Penelitian Tindakan Kelas
Daur PTK	:	Langkah PTK yang selalu berulang sampai tujuan perbaikan
Identifikasi masalah	:	Mengenal dan atau menandai gejala yang muncul
Kolaboratif	:	Dalam pengertian PTK ,Kolaboratif artinya kerja sama antar guru teman sejawat dan peneliti
Pemantauan dalam PTK	:	Upaya mengamati dan mendokumentasikan proses pelaksanaan tindakan untuk mengetahui perubahan yang terjadi dalam proses pelaksanaan penelitian
Proposal	:	Usulan penelitian PTK
PTK	:	Penelitian Tindakan Penelitian Tindakan Kelas, adalah penelitian reflektif yang dilaksanakan secara siklis (berdaur) oleh guru atau dosen. PTK dimulai dari tahap perencanaan, tindakan, pengamatan, refleksi. Jika hasil refleksi menuntut adanya tindak lanjut maka penelitian dimulai dari perencanaan lagi.
<i>Research</i>	:	Riset atau Penelitian
Refleksi	:	Kata Refleksi dikaitkan dengan konsep penelitian tindakan kelas artinya dalam proses penelitian itu peneliti selalu memikirkan kenapa dan mengapa suatu dampak tindakan terjadinya di kelas.Dari



		pemikiran itu kemudian peneliti akan mencari pemecahan dengan menerapkan tindakan tertentu
Refleksi diri	:	Kegiatan untuk merenungkan kegiatan-kegiatan yang dilakukan dan peningkatan atau kemajuan yang dicapai oleh seseorang setelah mengikuti tahapan kegiatan belajar.
Rekomendasi	:	Saran yang menganjurkan dan menguatkan untuk dilakukan.
RPP	:	Rencana Pelaksanaan Pembelajaran, suatu panduan yang berisi rencana langkah-langkah pembelajaran yang akan dilakukan oleh guru bersama siswa.
Siklus	:	Proses perubahan tahap-tahap terulang lagi.
Skenario pembelajaran	:	Tahapan atau langkah-langkah pelaksanaan strategi pembelajaran yang dipilih oleh guru
Subyek penelitian	:	Adalah siswa dalam satu kelas yang akan diperbaiki kualitas pembelajarannya.
Triangulasi	:	proses melakukan validasi data atau informasi yang diperoleh dengan melakukan cek, recek, dan cek silang antara guru peneliti dan guru pengamat untuk memperoleh kesimpulan objektif.



**Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik
dan Tenaga Kependidikan Ilmu Pengetahuan Alam (PPPPTK IPA)**
DIREKTORAT JENDERAL GURU DAN TENAGA KEPENDIDIKAN
KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
TAHUN 2016

MODUL GURU PEMBELAJAR

**MATA PELAJARAN IPA
SEKOLAH MENENGAH PERTAMA (SMP)**

KELOMPOK KOMPETENSI J

TEKNOLOGI RAMAH LINGKUNGAN, LISTRIK, DAN MAGNET

Penulis:

Ir. Santa, M.P., M.Sc., dkk.



**Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik
dan Tenaga Kependidikan Ilmu Pengetahuan Alam (PPPPTK IPA)**
DIREKTORAT JENDERAL GURU DAN TENAGA KEPENDIDIKAN
KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
TAHUN 2016

MODUL GURU PEMBELAJAR

MATA PELAJARAN IPA

SEKOLAH MENENGAH PERTAMA (SMP)

KELOMPOK KOMPETENSI J

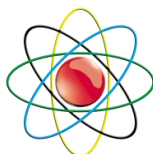
TEKNOLOGI RAMAH LINGKUNGAN, LISTRIK, DAN MAGNET

Penulis:

Ir. Santa, M.P., M.Sc.

Erly Tjahja, S.Pd.

Luluk Ayunning Dyah P, M.Si.



**Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik
dan Tenaga Kependidikan Ilmu Pengetahuan Alam (PPPPTK IPA)**
DIREKTORAT JENDERAL GURU DAN TENAGA KEPENDIDIKAN
KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN

MODUL GURU PEMBELAJAR

MATA PELAJARAN IPA

SEKOLAH MENENGAH PERTAMA (SMP)

KELOMPOK KOMPETENSI J TEKNOLOGI RAMAH LINGKUNGAN, LISTRIK, DAN MAGNET

Penanggung Jawab

Dr. Sediono, M.Si.

Penyusun

Ir. Santa, M.P., M.Sc . (022-4231191, santavedca@yahoo.com)

Erly Tjahja Widjajanto T., S.Pd. (022-4231191, erlytjahja@gmail.com)

Luluk Ayunning Dyah P, M.Si. (022-4231191, lu2k_dyah@yahoo.com)

Penyunting

Dian Indriany, S.Si., M.Si.

Penyelia

Dr. Adi Rahmat, M.Si.

Drs. Iyon Suyana, M.Si.

Dr. Wahyu Sopandi

Disainer Grafis/Penata Letak

Zaenal Arifin, M.Si.

Copyright ©2016

Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik dan Tenaga

Kependidikan Ilmu Pengetahuan Alam (PPPPTK IPA)

Direktorat Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan

Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

Dilarang menggandakan sebagian atau keseluruhan isi buku ini untuk

kepentingan komersial tanpa izin tertulis dari Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan

KATA SAMBUTAN

Peran guru profesional dalam proses pembelajaran sangat penting sebagai kunci keberhasilan belajar siswa. Guru profesional adalah guru yang kompeten membangun proses pembelajaran yang baik sehingga dapat menghasilkan pendidikan yang berkualitas. Hal tersebut menjadikan guru sebagai komponen yang menjadi fokus perhatian pemerintah pusat maupun pemerintah daerah dalam peningkatan mutu pendidikan terutama menyangkut kompetensi guru.

Pengembangan profesionalitas guru melalui program Guru Pembelajar merupakan upaya peningkatan kompetensi untuk semua guru. Sejalan dengan hal tersebut, pemetaan kompetensi guru telah dilakukan melalui uji kompetensi guru (UKG) untuk kompetensi pedagogi dan profesional pada akhir tahun 2015. Hasil UKG menunjukkan peta kekuatan dan kelemahan kompetensi guru dalam penguasaan pengetahuan. Peta kompetensi guru tersebut dikelompokkan menjadi 10 (sepuluh) kelompok kompetensi. Tindak lanjut pelaksanaan UKG diwujudkan dalam bentuk pelatihan guru paska UKG melalui program Guru Pembelajar. Tujuannya untuk meningkatkan kompetensi guru sebagai agen perubahan dan sumber belajar utama bagi peserta didik. Program Guru Pembelajar dilaksanakan melalui pola tatap muka, dalam jaringan atau daring (*online*), dan campuran (*blended*) tatap muka dengan online.

Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik dan Tenaga Kependidikan (PPPPTK), Lembaga Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik dan Tenaga Kependidikan Kelautan dan Perikanan Teknologi Informasi dan Komunikasi (LP3TK KPTK), dan Lembaga Pengembangan dan Pemberdayaan Kepala Sekolah (LP2KS) merupakan Unit Pelaksana Teknis di lingkungan Direktorat Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan yang bertanggung jawab dalam mengembangkan perangkat dan melaksanakan peningkatan kompetensi guru sesuai bidangnya. Adapun perangkat pembelajaran yang dikembangkan tersebut



adalah modul untuk program Guru Pembelajar tatap muka dan Guru Pembelajar online untuk semua mata pelajaran dan kelompok kompetensi. Dengan modul ini diharapkan program Guru Pembelajar memberikan sumbangan yang sangat besar dalam peningkatan kualitas kompetensi guru.

Mari kita sukseskan program Guru Pembelajar ini untuk mewujudkan “Guru Mulia Karena Karya.”

Jakarta, Februari 2016

Direktur Jenderal

Guru dan Tenaga Kependidikan

Sumarna Surapranata, Ph.D.

NIP. 195908011985031002

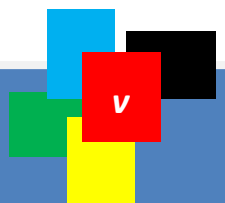
KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kami panjatkan ke hadirat Allah SWT atas selesainya Modul Guru Pembelajar Mata Pelajaran IPA SMP, Fisika SMA, Kimia SMA dan Biologi SMA. Modul ini merupakan model bahan belajar (*learning material*) yang dapat digunakan guru untuk belajar lebih mandiri dan aktif.

Modul Guru Pembelajar disusun dalam rangka fasilitasi program peningkatan kompetensi guru paska UKG yang telah diselenggarakan oleh Direktorat Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan. Materi modul dikembangkan berdasarkan Standar Kompetensi Guru sesuai Peraturan Menteri Pendidikan Nasional nomor 16 Tahun 2007 tentang Standar Kualifikasi Akademik dan Kompetensi Guru yang dijabarkan menjadi Indikator Pencapaian Kompetensi Guru.

Modul Guru Pembelajar untuk masing-masing mata pelajaran dijabarkan ke dalam 10 (sepuluh) kelompok kompetensi. Materi pada masing-masing modul kelompok kompetensi berisi materi kompetensi pedagogi dan kompetensi profesional guru mata pelajaran, uraian materi, tugas, dan kegiatan pembelajaran, serta diakhiri dengan evaluasi dan uji diri untuk mengetahui ketuntasan belajar. Bahan pengayaan dan pendalaman materi dimasukkan pada beberapa modul untuk mengakomodasi perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi serta kegunaan dan aplikasinya dalam pembelajaran maupun kehidupan sehari-hari.

Modul ini telah ditelaah dan direvisi oleh tim, baik internal maupun eksternal (praktisi, pakar, dan para pengguna). Namun demikian, kami masih berharap kepada para penelaah dan pengguna untuk selalu memberikan masukan dan penyempurnaan sesuai kebutuhan dan perkembangan ilmu pengetahuan teknologi terkini.





Besar harapan kami kiranya kritik, saran, dan masukan untuk lebih menyempurnakan isi materi serta sistematika modul dapat disampaikan ke PPPPTK IPA untuk perbaikan edisi yang akan datang. Masukan-masukan dapat dikirimkan melalui email para penyusun modul atau ke: p4tkipa@yahoo.com.

Akhirnya kami menyampaikan penghargaan dan terima kasih kepada para pengarah dari jajaran Direktorat Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan, Manajemen, Widyaiswara, Staf PPPPTK IPA, Dosen, Guru, dan Kepala Sekolah serta Pengawas Sekolah yang telah berpartisipasi dalam penyelesaian modul ini. Semoga peran serta dan kontribusi Bapak dan Ibu semuanya dapat memberikan nilai tambah dan manfaat dalam peningkatan kompetensi guru IPA di Indonesia.

Bandung, April 2016
Kepala PPPPTK IPA,

Dr. Sediono, M.Si.
NIP. 195909021983031002





DAFTAR ISI

	Hal
HALAMAN FRANCIS	i
KATA SAMBUTAN	iii
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x

PENDAHULUAN		1
	A. Latar belakang	1
	B. Tujuan	1
	C. Peta Kompetensi	2
	D. Ruang Lingkup	2
	E. Saran Cara Penggunaan Modul	4

KEGIATAN PEMBELAJARAN		5
1. KEGIATAN PEMBELAJARAN 1 TEKNOLOGI RAMAH LINGKUNGAN		5
	A. Tujuan	6
	B. Indikator Ketercapaian Kompetensi	6
	C. Uraian Materi	6
	D. Aktivitas Pembelajaran	34
	E. Latihan/Kasus/Tugas	37
	F. Rangkuman	39
	G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut	40
2. KEGIATAN PEMBELAJARAN 2 MAGNET		41
	A. Tujuan	42
	B. Indikator Ketercapaian Kompetensi	42
	C. Uraian Materi	42
	D. Aktivitas Pembelajaran	58
	E. Latihan/Kasus/Tugas	59
	F. Rangkuman	61



	G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut	61
	3. KEGIATAN PEMBELAJARAN 3 LISTRIK	63
	A. Tujuan	63
	B. Indikator Ketercapaian Kompetensi	64
	C. Uraian Materi	64
	D. Aktivitas Pembelajaran	68
	E. Latihan/Kasus/Tugas	69
	F. Rangkuman	70
	G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut	70
	4. KEGIATAN PEMBELAJARAN 4 HAMBATAN DAN ARUS LISTRIK	71
	A. Tujuan	71
	B. Indikator Ketercapaian Kompetensi	71
	C. Uraian Materi	72
	D. Aktivitas Pembelajaran	100
	E. Latihan/Kasus/Tugas	101
	F. Rangkuman	106
	G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut	106

KUNCI JAWABAN	107
EVALUASI	109
PENUTUP	113
DAFTAR PUSTAKA	115
GLOSARIUM	117



DAFTAR TABEL

		Hal
Tabel 1	Kompetensi Guru Mapel dan Indikator Pencapaian Kompetensi	2
Tabel 1.1	Potensi Pemanasan Global dan Sumber-sumber utama Gas Rumah Kaca	16
Tabel 1.2	Inventarisasi Data Siklus Lampu Merkuri	21
Tabel 1.3	Inventarisasi Konsumsi Energi	22
Tabel 1.4	Penilaian Dampak Lampu Merkuri Vs Lampu Pijar	23
Tabel 1.5	Ecological Footprint Material	25
Tabel 1.6	Ecological Footprint Sistem Transportasi	27
Tabel 1.7	Karbon Footprint Bahan-bahan Pangan	29
Tabel 1.8	Hasil analisis daur hidup	33
Tabel 1.9	Analisis input output dampak lingkungan	35
Tabel 4.1	Hambatan jenis bahan konduktor, semi konduktor, dan isolator	74



DAFTAR GAMBAR

		Hal
Gambar 1	Kompetensi Guru Mapel dan Indikator Pencapaian Kompetensi	3
Gmabar 1.1	Teknologi pertanian	7
Gambar 1.2	Produk teknologi nano	8
Gambar 1.3	Kondisi lingkungan yang baik	10
Gambar 1.4	Tangan bengkok adalah tanda penyakit minamata	12
Gambar 1.5	Matinya ribuan ekor ikan di danau adalah satu dampak polusi air	14
Gambar 1.6	Daur hidup produk gandum	17
Gambar 1.7	Lampu pijar dan lampu merkuri	19
Gambar 1.8	Inventarisasi data dampak lampu merkuri	20
Gambar 1.9	Carbon footprint transportasi barang	26
Gambar 1.10	Visualisasi Water Footprint	28
Gambar 1.11	Air yang dihitung dalam water footprint	28
Gambar 1.12	Logo Ekolabel Tipe 1	31
Gambar 1.13	Logo Ekolabel Tipe 2	32
Gambar 2.1	Kulkas dengan pintu mengandung magnet dan speaker	41
Gambar 2.2	Neraca puntir	43
Gambar 2.3	Pola garis gaya magnet	45
Gambar 2.4	Arah garis gaya magnet	45
Gambar 2.5	Arah garis gaya magnet disekitar kawat berarus serta cara menentukannya	46
Gambar 2.6	Kawat panjang berarus listrik	46



Gambar 2.7	Kawat solenoida berarus listrik	47
Gambar 2.8	Influensi dan absorpsi garis gaya magnet	47
Gambar 2.9	Gambaran garis gaya magnet bumi	48
Gambar 2.10	Gambaran Sabuk Radiasi Van Allen	49
Gambar 2.11	Aurora	49
Gambar 2.12	<i>Deklinasi dan inklinasi</i>	50
Gambar 2.13	Percobaan paraday	50
Gambar 2.14	Percobaan induksi magnet	52
Gambar 2.15	Kereta maglev	55
Gambar 3.1	Atom	64
Gambar 3.2	Arah garis gaya muatan listrik	65
Gambar 4.1	Pusat pembangkit listrik	76
Gambar 4.2	Gardu distribusi induk	76
Gambar 4.3	Gardu distribusi tegangan menengah ke tegangan rendah	77
Gambar 4.4	Bagan sistem kelistrikan dari sumber sampai ke konsumen	78
Gambar 4.5	Macam-macam isolator	81
Gambar 4.6	Saluran listrik udara	82
Gambar 4.7	Saluran listrik bawah tanah	83
Gambar 4.8	Saluran listrik bawah laut	83
Gambar 4.9	Rangkaian seri	84
Gambar 4.10	Rangkaian paralel	85
Gambar 4.11	Rangkaian campuran (seri-paralel)	85



PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Guru mempunyai kewajiban untuk selalu memperbaharui dan meningkatkan kompetensinya melalui kegiatan pengembangan keprofesian berkelanjutan sebagai esensi pembelajar seumur hidup. Untuk bahan belajar (*learning material*) guru, dikembangkan modul yang menuntut guru belajar lebih mandiri dan aktif.

Modul Guru Pembelajar yang berjudul “Teknologi Ramah Lingkungan, Listrik, dan Magnet” merupakan modul untuk kompetensi profesional guru pada kelompok kompetensi J. Materi pada modul dikembangkan berdasarkan kompetensi profesional guru pada Permendiknas nomor 16 tahun 2007.

Setiap materi bahasan dikemas dalam kegiatan pembelajaran yang memuat tujuan, indikator pencapaian kompetensi, uraian materi, aktivitas pembelajaran, latihan/tugas, rangkuman, umpan balik dan tindak lanjut.

Di dalam modul kelompok kompetensi J ini, pada bagian pendahuluan diinformasikan tujuan secara umum yang harus dicapai oleh guru pembelajar setelah mengikuti pembelajaran. Peta kompetensi yang harus dikuasai guru pada kelompok kompetensi J, ruang lingkup, dan saran penggunaan modul. Setelah guru mempelajari modul ini diakhiri dengan evaluasi untuk pengujian diri.

B. Tujuan

Setelah mempelajari modul ini diharapkan guru dapat memahami materi kompetensi profesional yang terdiri atas Teknologi Ramah Lingkungan, Listrik, dan Magnet.



C. Peta Kompetensi

Kompetensi inti yang diharapkan setelah guru belajar dengan modul ini adalah menguasai materi, struktur, konsep, dan pola pikir keilmuan yang mendukung mata pelajaran yang diampu. Kompetensi Guru Mata Pelajaran dan Indikator Pencapaian Kompetensi yang diharapkan tercapai melalui belajar dengan modul ini adalah:

Tabel 1. Kompetensi Guru Mapel dan Indikator Pencapaian Kompetensi

Kompetensi Guru Mapel	Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK)
20.1 Memahami konsep-konsep, hukum-hukum, dan teori-teori IPA serta penerapannya secara fleksibel.	1. Membedakan teknologi yang merusak lingkungan dan ramah lingkungan
	1. Menjelaskan konsep listrik statis 2. Menjelaskan muatan listrik 3. Menjelaskan konsep potensial listrik 4. Menjelaskan konsep hantaran listrik 5. Menjelaskan gejala listrik statis yang ada dalam kehidupan sehari-hari. 6. menjelaskan perbedaan isolator, konduktor, dan semikonduktor 7. memecahkan masalah yg berkaitan dengan piranti alat listrik dan komponen elektronika 8. Menjelaskan karakteristik rangkaian listrik 9. Membedakan rangkaian listrik seri dan paralel 10. Menjelaskan proses transmisi energi listrik 11. Menjelaskan sumber-sumber energi listrik alternatif 12. Menjelaskan upaya-upaya hemat listrik 13. Menjelaskan penggunaan teknologi listrik di lingkungan sekitar
	1. Menjelaskan konsep medan magnet 2. Menjelaskan konsep induksi elektromagnetik 3. Menjelaskan penggunaan magnet dalam produk teknologi 4. Menjelaskan penggunaan magnet dalam kehidupan sehari-hari

D. Ruang Lingkup

Ruang lingkup materi pada Modul ini disusun dalam empat bagian, yaitu bagian Pendahuluan, Kegiatan Pembelajaran, Evaluasi dan Penutup. Bagian pendahuluan berisi paparan tentang latar belakang modul kelompok kompetensi J, tujuan belajar, kompetensi guru yang diharapkan dicapai setelah pembelajaran, ruang lingkup dan saran penggunaan modul. Bagian kegiatan pembelajaran berisi Tujuan, Indikator Pencapaian Kompetensi, Uraian Materi,



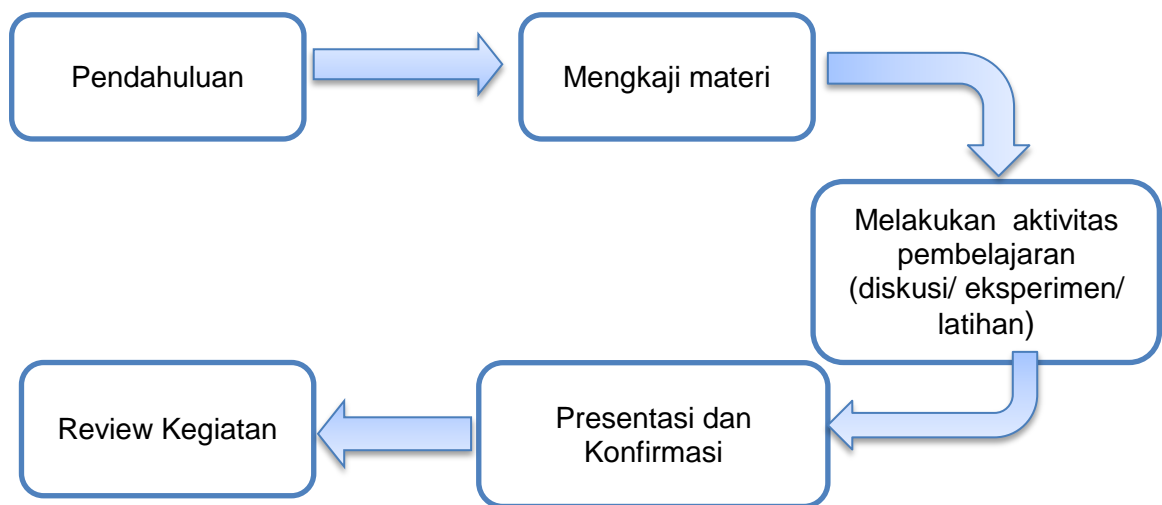
Aktivitas Pembelajaran, Latihan/Kasus/Tugas, Rangkuman, Umpan Balik dan Tindak Lanjut Bagian akhir terdiri dari Kunci Jawaban Latihan/Kasus/Tugas, Evaluasi dan Penutup.

Rincian materi pada modul adalah sebagai berikut:

1. Teknologi Ramah Lingkungan
2. Listrik
3. Magnet

E. Cara Penggunaan Modul

Secara umum, cara penggunaan modul pada setiap Kegiatan Pembelajaran disesuaikan dengan skenario setiap penyajian materi. Langkah-langkah belajar secara umum adalah sebagai berikut.



Gambar 1. Alur Penggunaan Modul

Deskripsi Kegiatan

1. Pendahuluan

Pada kegiatan pendahuluan fasilitator memberi kesempatan kepada peserta Guru Pembelajar untuk mempelajari :

- latar belakang yang memuat gambaran materi
- tujuan kegiatan pembelajaran setiap materi
- kompetensi atau indikator yang akan dicapai melalui modul.



- ruang lingkup materi kegiatan pembelajaran
- langkah-langkah penggunaan modul

2. Mengkaji materi

Pada kegiatan ini fasilitator memberi kesempatan kepada peserta Guru Pembelajar untuk mempelajari materi yang diuraikan secara singkat sesuai dengan indikator pencapaian hasil belajar. Peserta dapat mempelajari materi secara individual atau kelompok.

3. Melakukan aktivitas pembelajaran

Pada kegiatan ini peserta melakukan kegiatan pembelajaran sesuai dengan rambu-rambu/intruksi yang tertera pada modul baik berupa diskusi materi, melakukan eksperimen, dan latihan.

Pada kegiatan ini peserta secara aktif menggali informasi, mengumpulkan data dan mengolah data sampai membuat kesimpulan kegiatan

4. Presentasi dan Konfirmasi

Pada kegiatan ini peserta melakukan presentasi hasil kegiatan sedangkan fasilitator melakukan konfirmasi terhadap materi dibahas bersama.

5. Review Kegiatan

Pada kegiatan ini peserta dan penyaji mereview materi.

KEGIATAN PEMBELAJARAN 1

TEKNOLOGI RAMAH LINGKUNGAN

Dalam kehidupannya manusia tidak dapat dipisahkan dengan teknologi. Manusia selalu membutuhkan teknologi dari yang paling sederhana sampai yang paling rumit, dari yang tradisional hingga yang moderen. Teknologi selalu digunakan oleh manusia dalam melakukan usaha. Sekarang ini dunia usaha dan perdagangan selalu berusaha menggunakan teknologi yang paling baik untuk menghasilkan produk barang dan jasa yang paling diterima oleh konsumen.

Penggunaan teknologi oleh manusia telah menimbulkan dampak buruk bagi lingkungan berupa terkurasnya sumberdaya alam, polusi air dan udara, musnahnya biodiversitas, dan timbulnya berbagai penyakit yang mengancam kelangsungan manusia itu sendiri. Oleh karena itu sekarang konsumen sudah semakin sadar atas pentingnya penggunaan teknologi dan produk yang ramah lingkungan. Mereka berusaha memastikan bahwa produk mereka gunakan ramah lingkungan dan tentu selalu mencari produk-produk tersebut di pasar. Dalam dunia perdagangan teknologi dan produk ramah lingkungan sudah menjadi syarat yang sudah ditetapkan untuk dapat saling memperdagangkan teknologi atau produk tersebut sehingga produk tersebut dapat diterima pasar.

Siswa-siswa SMP mungkin sudah mengenal istilah ramah lingkungan dari guru-guru mereka. Mereka bisa menunjukkan produk ini ramah lingkungan, produk itu tidak ramah lingkungan hanya berdasarkan persepsi mereka saja. Padahal untuk mengatakan ramah lingkungan atau tidak sebelumnya perlu dilakukan pengkajian. Siswa-siswa SMP sebaiknya tahu bagaimana caranya melakukan pengkajian tersebut secara sederhana. Pengkajian itu adalah berupa Penilaian Daur Hidup Produk (*Life Cycle Assessment*) yang menganalisis dampak penggunaan teknologi terhadap lingkungan dan pada akhirnya teknologi tersebut mendapatkan pengakuan ramah lingkungan melalui ekolabel.



A. Tujuan Pembelajaran

Setelah selesai mempelajari modul ini pebelajar dapat menganalisis teknologi ramah lingkungan.

B. Indikator

1. Menjelaskan definisi teknologi dan lingkungan
2. Menganalisis dampak teknologi terhadap lingkungan
3. Mengenal sertifikasi ramah lingkungan

C. Uraian Materi

1. Teknologi dan Lingkungan

1.1. Apakah Teknologi Itu?

Teknologi berasal dari bahasa Yunani “*Téchnē*” (kemampuan untuk memproduksi) dan “*Logos*” (rasional). Jadi teknologi adalah kemampuan untuk menghasilkan produk secara rasional. Rasional berarti menggunakan ilmu pengetahuan. Karena itu kata ilmu pengetahuan dan teknologi sering diucapkan dalam satu tarikan napas.

Teknologi mencakup benda, proses, sistem yang diciptakan oleh perekayasa dengan menggunakan ilmu pengetahuan untuk memenuhi keinginan dan kebutuhan kita. Produk hasil karya seni bukan suatu teknologi karena dihasilkan dengan menggunakan intuisi, bukan ilmu pengetahuan.

Definisi resmi teknologi di Indonesia adalah sebagai berikut:

Teknologi adalah cara, metode atau proses atau produk yang dihasilkan dari pemanfaatan berbagai disiplin ilmu pengetahuan yang menghasilkan nilai bagi pemenuhan kebutuhan, kelangsungan dan peningkatan mutu kehidupan manusia. Teknologi merupakan ilmu terapan yang telah dikembangkan lebih lanjut, meliputi perangkat keras maupun perangkat lunak (Pasal 1 ayat 2 Undang undang No

18 Tahun 2002 Tentang Sistem Nasional Penelitian, Pengembangan dan Teknologi).

1.2. Sektor Teknologi

Teknologi dikelompokkan berdasarkan penggunaannya dalam sektor-sektor kehidupan manusia, diantaranya:

- Bioteknologi** mengubah makhluk hidup menjadi produk atau bentuk baru kehidupan.

Contoh: rekayasa genetika, kloning, sidik jari DNA

- Teknologi Pertanian** menghasilkan tanaman dan hewan untuk pangan, sandang, dan bahan bakar.

Contoh: irigasi, pengawetan pangan, pengendalian gulma dan serangga (Gambar 2.1).

- Teknologi Kedokteran** menciptakan alat-alat untuk mengobati penyakit dan luka.

Contoh: laser, prostesis, ultrasonografi, pengobatan.



Gambar 1.1 Teknologi Pertanian

- Teknologi Lingkungan** membuat peralatan untuk meminimalisir dampak pemakaian teknologi terhadap perkembangan makhluk hidup.

Contoh: mobil hibrid, konservasi, pengolahan limbah



- e. **Teknologi Material**, mengembangkan/membuat material sehingga memiliki sifat kimia, mekanik, elektrik sehingga sifatnya lebih menguntungkan.

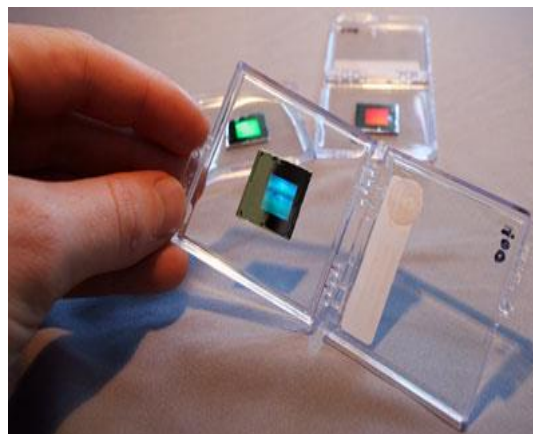
Contoh: pakaian pengusir nyamuk, kulit buatan untuk korban luka bakar, kayu komposit sebagai bahan bangunan.

- f. **Teknologi Transportasi**. Menyediakan cara bagi orang, hewan, barang, dan bahan untuk berpindah dari suatu tempat ke tempat lain.

Contoh: **penerbangan** – pesawat terbang, roket, pesawat ruang angkasa; **transportasi darat** – kereta api, *subway*, mobil, sepeda; **transportasi air** – kapal, perahu.

- g. **Teknologi Nano**. Teknologi nano memanipulasi material pada tingkat atom atau molekul.

Contoh: sensor, nanobot, fabrikasi molekul, ponsel, IC (lihat Gambar 2.2)



Gambar 1.2 Produk Teknologi Nano

PERTANYAAN: Apa nama benda yang ditunjukkan di atas?

LANJUTKAN: Coba perhatikan barang-barang yang ada di sekitar, di sekolah atau di rumah, lalu kelompokkan barang-barang tersebut ke dalam kelompok teknologi seperti di atas. Selain kelompok teknologi di atas coba sebutkan kelompok-kelompok teknologi lain.



1.3. Teknologi Ramah Lingkungan

Untuk memahami teknologi ramah lingkungan, perhatikan definisi-definisi berikut. Menurut Agenda 21, teknologi ramah lingkungan adalah teknologi yang:

- Memproteksi lingkungan
- Mengurangi daya polutannya
- Menggunakan semua sumberdaya secara berkelanjutan
- Mendaur ulang lebih banyak produk dan limbahnya
- Menangani sisa limbah dengan cara yang benar

Berdasarkan ETAP (2014), teknologi ramah lingkungan lebih sedikit merusak lingkungan dibanding teknologi alternatif yang sejenis.

Kardono (2009) menyatakan bahwa teknologi ramah lingkungan tidak hanya teknologi secara individu tetapi juga secara sistem termasuk pengetahuan, prosedur, barang dan pelayanan, dan peralatan, serta prosedur organisasi dan manajemen untuk mempromosikan kelestarian lingkungan.

Dari berbagai definisi di atas, dapat diambil kesimpulan bahwa teknologi ramah lingkungan adalah teknologi yang tidak merusak lingkungan.

2. Teknologi dan Dampak Lingkungannya

2.1. Apakah Lingkungan Itu?

Manusia hidup di bumi, mendapatkan sumberdaya dari lingkungan untuk memenuhi kebutuhannya. Misalnya air, bahan pakaian, pangan, papan, obat-obatan, udara segar, sinar matahari, angin, hewan, tumbuhan, barang tambang dan sebagainya didapatkan manusia dari lingkungan. Bahkan manusia menggunakan lingkungan untuk melakukan rekreasi, dan melakukan kegiatan lainnya. Jadi manusia membutuhkan lingkungan yang dapat menunjang kebutuhan hidupnya sejara terus menerus tanpa henti dari generasi ke generasi. Lingkungan yang baik harus terjaga kelestariannya (lihat Gambar 2.3)



Lingkungan yang rusak akan mengancam kelangsungan hidup manusia.

Apa lingkungan itu? Di mana batas-batasnya?

Ada yang mendefinisikan bahwa lingkungan adalah segala sesuatu yang ada di sekitar kita. Definisi ini terlalu sederhana tidak operasional untuk dapat dipakai dalam pelestarian lingkungan.



Gambar 1.3 Kondisi lingkungan yang baik

Oleh karena itu kita gunakan definisi resmi berikut:

Lingkungan adalah kesatuan ruang dengan semua benda, daya, keadaan, dan makhluk hidup, termasuk manusia dan perilakunya, yang mempengaruhi alam itu sendiri, kelangsungan perikehidupan, dan kesejahteraan manusia serta makhluk hidup lain (UU No 32 Tahun 2009 Tentang Pengelolaan dan Perindungan Lingkungan Hidup).

Berdasarkan definisi di atas maka batas-batas lingkungan bisa berbeda-beda, mulai lingkungan terdekat di dalam ruangan (rumah), lingkungan RT, RW, desa, kecamatan, kabupaten, propinsi, wilayah, negara, regional, bahkan dunia atau semua ruang di atas bumi. Batas-batasnya bisa ditentukan sesuai kebutuhan.

PERTANYAAN: *Apa komponen-komponen lingkungan yang ada dalam gambar?*



2.2. Apa Dampak Teknologi Terhadap Lingkungan?

Berikut ini disamaikan dua contoh dampak lingkungan akibat penggunaan teknologi.

2.2.1. Polusi udara yang menyebabkan pemanasan global

Polusi udara dengan berbagai gas rumah kaca bisa menyebabkan pemanasan global. Misalkan dalam pembuatan mobil, dihasilkan polusi berupa emisi karbondioksida yang terbang ke udara dan menyebar tanpa batas ke seluruh lapisan atmosfer bumi, di manapun pabrik mobil itu berada. Karbondioksida adalah salah satu gas rumah kaca dari 65 jenis gas yang dapat menimbulkan pemanasan global. Pemanasan global menimbulkan dampak ganda berupa meningkatnya permukaan laut, perubahan iklim, meningkatnya penyakit yang berasal dari udara/air, gagal panen hasil pertanian dan sebagainya. Pemanasan global dampaknya sangat luas/global.

TUGAS: Cari di internet informasi tentang bagaimana gas rumah kaca bisa menyebabkan pemanasan global, dan apa dampak dari pemanasan global terhadap kehidupan di bumi.

2.2.2. Kasus minamata

Pada tanggal 1 Mei 1956 dokter rumah sakit di Minamata Jepang melaporkan kejadian epidemi penyakit yang menyerang sistem saraf pusat kepada Kantor Dinas Kesehatan setempat menandai ditemukannya penyakit Minamata (Gambar 2.4) secara resmi.

Setelah investigasi berhasil mengungkap logam berat sebagai penyebab penyakit, kecurigaan segera timbul terhadap air limbah yang dihasilkan oleh pabrik Chisso sebagai sumbernya.



Gambar 1.4 Tangan bengkok adalah gejala penyakit Minamata.

Pada bulan Februari 1959, distribusi merkuri di Teluk Minamata diinvestigasi. Hasilnya mengagetkan para peneliti. Terdeteksi adanya konsentrasi merkuri yang tinggi pada ikan, kerang, dan lumpur dari teluk Minamata. Konsentrasi tertinggi mulai dari kanal air limbah sekitar Pabrik Chisso di Pelabuhan Hyaken dan menurun menjauh dari sana hingga ke laut, distribusi seperti ini menunjukkan dengan jelas bahwa pabriklah yang menjadi sumber dari kontaminasi. Polusinya sangat berat pada mulut kanal air limbah, konsentrasinya terukur bisa mencapai 2 kg merkuri per ton sedimen: konsentrasi yang secara ekonomi layak dalam pertambangan. Maka selanjutnya Chisso berusaha mereklamasi lumpur dan menjual merkuri yang diperoleh dari lumpur tersebut.

Sampel rambut diambil dari korban penyakit penduduk Minamata. Tercatat konsentrasi merkuri pada pasien 705 *part per million* (ppm), menunjukkan bahwa tingkat paparannya sangat tinggi. Sedangkan penduduk Minamata yang tidak sakit konsentrasinya mencapai 191 ppm, sedangkan penduduk di luar minamata konsentrasinya hanya 4 ppm.

Pada tanggal 12 Nopember 1959, Kementerian Kesehatan dan Komite untuk Kasus Minamata mempublikasi sebagai berikut:



"Penyakit minamata yang merusak system saraf disebabkan oleh konsumsi ikan dan kerang dalam jumlah besar yang hidup di Teluk Minamata dan sekitarnya, dan penyebab utamanya adalah sejenis senyawa organik merkuri "

TUGAS: Coba anda cari informasi di internet tentang kasus-kasus kerusakan lingkungan di Indonesia yang lingkupnya, lokal, regional atau global akibat dari penggunaan teknologi. (Sebagai petunjuk gunakan daftar masalah lingkungan di bawah ini).

3. Masalah Lingkungan

3.1. Masalah-masalah Lingkungan yang Umum Terjadi

1. Polusi udara,kota
2. Polusi udara regional termasuk hujan asam
3. Pulutan udara berbahaya
4. Radoon dalam ruangan
5. Polusi udara dalama ruangan selain radon
6. Radiasi selain radon
7. Menipisnya lapisan ozon akibat CFC dan zat lainnya
8. Perubahan iklim global karena karbondioksida dan gas rumah kaca lainnya.
9. Polusi air akibat buangan industri dan fasilitas lain ke air permukaan.
10. Polusi air akibat buangan polusi non piont ke air permukaan

LANJUTKAN: Identifikasilah teknologi apa yang menyebabkan masalah lingkungan di atas dan apa dampaknya terhadap mahluk hidup. Dari masalah lingkungan di atas coba sebutkan yang lingkup dampaknya lokal, negara, regional dan global.

3.2. Indikator Lingkungan Yang Terkena Dampak

Pemakaian teknologi dapat memberi dampak buruk bagi lingkungan yang disebut dengan **degradasi lingkungan**. Degradasi lingkungan adalah rusaknya lingkungan melalui berkurangnya kualitas/kuantitas sumber daya seperti udara, air, tanah, kehancuran ekosistem,



punahnya biodiversitas/hidupan liar. Degradasi lingkungan didefinisikan sebagai perubahan atau gangguan terhadap lingkungan sehingga lingkungan tersebut dipersepsikan menjadi tidak dapat diterima atau tidak membuat nyaman. Salah satu contoh degradasi lingkungan adalah matinya ikan-ikan di perairan bebas (Gambar 2.5).

Dampak lingkungan atau degradasi lingkungan disebabkan oleh kombinasi dari meningkatnya populasi manusia dan pertumbuhan ekonomi secara berkelanjutan atau pengaruh perkapita, dan penggunaan teknologi yang merusak sumber daya dan menyebabkan polusi.



Gambar 1.5 Degradasi lingkungan yang menyebabkan matinya ribuan populasi ikan

Kata-kata tersebut dapat diungkapkan dengan persamaan matematika

$$I = P.E.T$$

di mana:

I = intensitas dampak lingkungan

P = pertumbuhan populasi penduduk

E = pertumbuhan ekonomi (pengaruh perkapita)

T = penggunaan teknologi yang tak merusak lingkungan



PERTANYAAN: Dapatkah kita menurunkan intensitas dampak lingkungannya dengan menggunakan teknologi yang tidak merusak lingkungan?

Lingkungan sangat kompleks, dan dampak lingkungan sangat kompleks untuk menjelaskannya, maka untuk lebih dapat menjelaskan secara sederhana digunakan indikator lingkungan. **Indikator lingkungan** adalah cara sederhana yang bisa menjelaskan kepada kita apa yang sedang terjadi dalam lingkungan. Karena lingkungan sangat kompleks, indikator menyediakan cara yang praktis dan ekonomis untuk menelusuri keadaan lingkungan daripada kita harus mencata setiap variabel yang mungkin ada di lingkungan. Misalnya, konsentrasi substansi perusak ozon (ODS) di atmosfer, yang dipantau dari waktu ke waktu. Adalah indikator yang baik bagi masalah/isu lingkungan tentang penipisan ozon stratosfir.

Indikator lingkungan didefinisikan sebagai berikut: *“Parameter atau nilai numerik yang diturunkan dari parameter yang menjelaskan keadaan lingkungan dan dampaknya kepada manusia, ekosistem dan materi, tekanan terhadap lingkungan, atau kekuatan yang mengganggu sistem. Indikator didapatkan dengan melalui berbagai proses pengukuran kuantitatif sehingga akhirnya disimpulkan Indikator lingkungan dapat dikembangkan untuk skala lokal, nasional, regional, maupun global.”*

Contoh-contoh indikator lingkungan adalah sebagai berikut.

Indikator polusi udara: kandungan gas karbondioksida (CO_2) dalam udara 25 %,

kandungan gas nitrogendioksida (NO_2) dalam udara 0,03 %.

Indikator polusi air: kandungan BOD 500 mg/L, kandungan merkuri; 0,5 mg/L.

TUGAS : Carilah indikator-indikator dari masalah lingkungan lainnya seperti pada daftar di atas!



3.3. Emisi Gas Rumah Kaca Sebagai Indikator Polusi Udara

Di bumi terdapat 63 jenis gas rumah kaca, termasuk di dalamnya adalah karbondioksida (CO_2), metana (CH_4), nitrogenoksida (NO_2), kloro fluoro karbon (CFC), karbon tetraklorida (CCl_4). Sebagai akibat dari aktivitas manusia dalam penggunaan teknologi gas-gas itu terus meningkat konsentrasinya di atmosfer bumi. Indikator polusi dari gas yang jenisnya sangat banyak itu rumit untuk menyatakannya. Maka untuk menyederhanakannya dibuat perbandingan relatif dengan karbondioksida sebagai acuannya. Dengan menggunakan sinar infra merah dapat diukur bagaimana kekuatan setiap gas dalam meningkatkan suhu yang disebut potensi pemanasan global. Karena gas karbondioksida dipakai sebagai acuan maka diberi nilai 1, dan berdasarkan hasil pengukuran metana 25, nitrogen oksida N_2O 298, CFC 4750, karbontetraklorida 1400.

Emisi gas rumah kaca dinyatakan dalam setara karbondioksida (CO_2), misalnya untuk menghasilkan suatu produk teknologi diemisikan 2 kg gas metan, maka emisi gas rumah kacanya adalah $2 \times 25 = 50$ kg CO_2 (dibaca: lima puluh kilogram setara karbondioksida). (Lihat Tabel 1.1).

Tabel 1.1 Potensi Pemanasan Global dan Sumber-sumber Utama Gas Rumah Kaca

GRK/GHG	PPG/GWP	Sumber Utama
Karbondioksida (CO_2)	1	Pembakaran bahan bakar, pabrik semen
Metana (CH_4)	25	Pertanian, pengeboran minyak dan gas, pertambangan, landfill, air limbah, pengolahan lumpur limbah
Nitro Oksida (N_2O)	298	Produksi refrigerant dan penggunaannya
Hidrofluorokarbon (HFC) Hidroklorofluorokarbon (HCFC)	77-14,800	Produksi refrigeran dan penggunaannya, pengolahan bijih aluminium dan magnesium (<i>smelting</i>)
Perfluorokarbon (PFC)	7,390-17,700	pengolahan bijih aluminium dan magnesium (<i>smelting</i>).
Sulfur heksafluorida (SF_6)	22,800	pengolahan bijih aluminium dan magnesium (<i>smelting</i>), peralatan sikring tegangan tinggi

Sumber : IPPCC

PERTANYAAN: Jika dalam menghasilkan produk teknologi selain metan juga diemisikan karbondioksida 10 kg [CFC 0.1 kg, N₂O 0.5 kg, CCl₄ 0.2 kg,] berapa total emisi gas rumah kaca setara karbondioksida yang dihasilkan produk tersebut?

Jadi jelaslah walaupun indikator polusi udara itu dinyatakan dalam CO₂, di dalamnya termasuk juga gas-gas rumah kaca lain, tidak hanya CO₂.

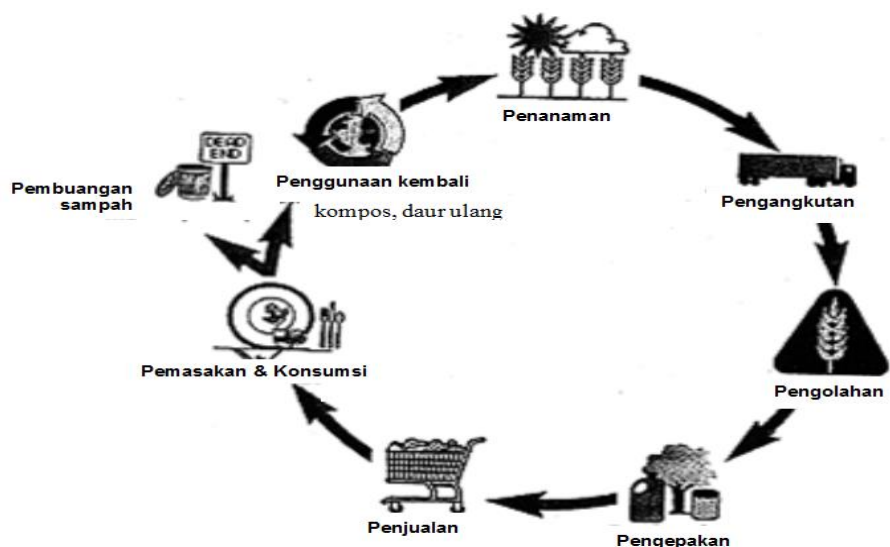
4. Dampak Penggunaan Teknologi Terhadap Lingkungan

Penggunaan teknologi memberi dampak pada lingkungan berupa polusi, pengurangan sumberdaya, kerusakan tanah dan lain-lain yang perlu dianalisis secara holistik. Untuk itulah para ahli lingkungan menggunakan metode penilaian siklus hidup atau life cycle assessment (LCA) dalam menilai dampak penggunaan teknologi tersebut.

4.1. Penilaian Daur Hidup (*Life Cycle Assessment*)

Definisi Penilaian Daur Hidup

Life Cycle Assessment (LCA) merupakan metode penilaian dampak penggunaan teknologi (produk) dengan memperhatikan keseluruhan daur hidup mulai dari awal proses produksi, bahan mentah, sampai pada produk menjadi sampah (akhir masa hidup produk) (Lihat Gambar 1.6).



Gambar 1.6 Daur hidup produk gandum



Dari gambar tersebut tampak siklus hidup tepung gandum mulai dari penanaman, pengangkutan, pengolahan, pengepakan, penjualan, pemasakan, dan berakhir di pembuangan sampah.

Oleh karena itu LCA menggunakan pendekatan “*cradle to grave*” seperti siklus hidup manusia “dari ayunan hingga ke liang lahat” dalam memperhitungkan dampak yang ditimbulkan oleh pemakaian teknologi. LCA akan memperlihatkan bagian bahan baku ataupun proses mana yang memiliki dampak besar terhadap lingkungan. Setelah itu dapat dilakukan usulan perbaikan berdasarkan analisis LCA tersebut.

4.2. Prosedur Penilaian Daur Hidup

Langkah-langkah yang dilakukan dalam LCA adalah sebagai berikut:

- Penentuan tujuan
- Penetapan ruang lingkup (batasan)
- Inventarisasi/pengumpulan data
- Perhitungan/penilaian dampak
- Interpretasi/evaluasi dan pelaporan

4.2.1 Penentuan Tujuan

Tujuan ditentukan oleh kepentingan pembuat LCA itu sendiri. Kalau pembuat LCA memandang bahwa polusi air adalah yang paling penting karena paling besar dampaknya dari kegiatan penggunaan teknologi, maka penilaian dibatasi hanya polusi air. Tapi kalau beberapa dampak perlu diilai maka dampak itu dinilai serentak.

Contoh:

Dalam LCA lampu pijar dan lamp pendar (merkuri) (Gambar 2.6) pernyataan tujuan adalah sebagai berikut:

“Untuk menemukan potensi dampak lampu merkuri terhadap lingkungan dan kesehatan manusia”



Lampu pijar



Lampu merkuri

Gambar 1.7 Lampu pijar dan lampu merkuri merkuri

4.2.2 Penetapan Ruang Lingkup/Batasan

Waktu : tiga – enam bulan.

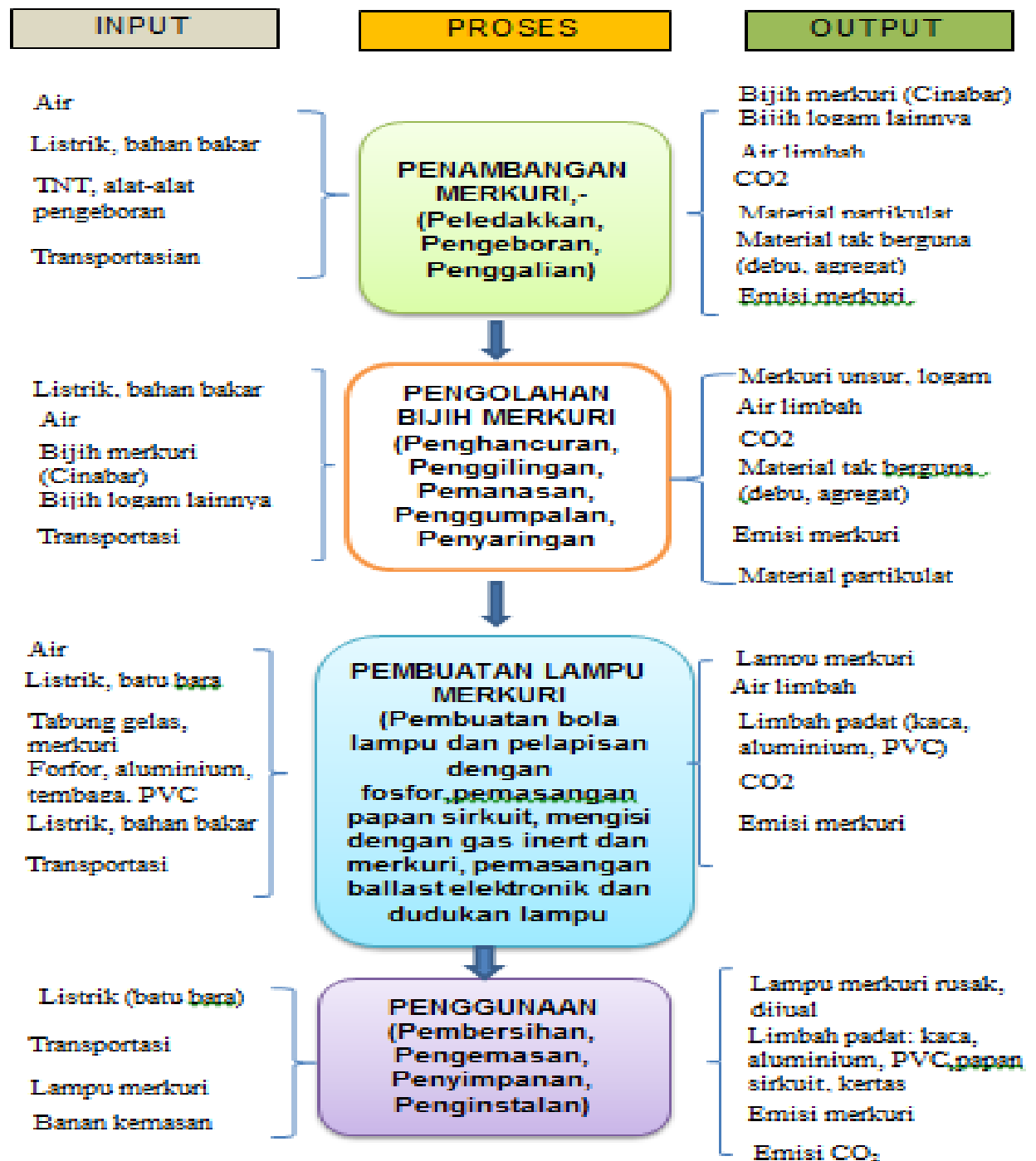
Sumber informasi : Hasil pengukuran penggunaan energi lampu di rumah

spesifikasi dari pabriknya : kementerian lingkungan hidup, PLN.

Dampak lingkungan yang dinilai : Dampak merkuri dan energi terhadap hewan liar dan kesehatan manusia.

4.2.3 Inventarisasi/Pengumpulan Data

Buatlah diagram daur hidup produk yang menunjukkan bahan-bahan, energi atau sumberdaya yang digunakan untuk membuat produk (input), dan bahan, sampah/limbah, emisi, dan produk yang dihasilkan (output). Output dari satu fase bisa menjadi input untuk fase lainnya (Gambar 2.7 dan Tabel 2.2). Gambar tersebut menunjukkan inventarisasi dampak penggunaan lampu merkuri, perhatikan untuk setiap fase sumberdaya yang dibutuhkan dan dampak lingkungan yang dihasilkan.



Gambar. 1.8 Inventarisasi data dampak lampu merkuri

PERTANYAAN: Dampak penting penggunaan lampu merkuri adalah emisi CO₂ dan merkuri. Mengapa pada fase penggunaan ada emisi merkuri?



Tabel 1.2 Inventarisasi Data Siklus Lampu Merkuri

INPUT	PROSES	OUTPUT
Energi: bensin, gas alam, batubara (listrik) Bahan: pasir, bauksit, cinnabar (bijih merkuri)	Penambangan & Pengolahan. <ul style="list-style-type: none"> • Penambangan bawah tanah • Pengolahan sinabar, pemekatan, penyaringan 	<ul style="list-style-type: none"> • Silika, aluminium • Merkuri unsur • Panas • Karbondioksi • Emisi merkuri
Energi: batubara (listrik), gas alam Bahan: kaca, merkuri unsur, fosfor, aluminium.	Produksi Pabrikasi lampu merkuri dengan: <ul style="list-style-type: none"> • Pembentukan bahan logam (bending) • Pelapisan bola kaca lampu dengan fosfor • Pemasukkan merkuri ke dalam lampu • Penutupan dasar lampu • Pemasangan ballast elektronik • Pemasangan tabung 	<ul style="list-style-type: none"> • Lampu merkuri kompak • Panas • Karbondioksida • Emisi merkuri
Energi: Batubara (listrik), bensin, Bahan : lampu merkuri, kertas, dan plastik	Pengepakan dan Distribusi Pengepakan dan pengangkutan lampu merkuri ke distributor	<ul style="list-style-type: none"> • Lampu merkuri kompak • Panas • Karbondioksida • Emisi merkuri
Energi: batubara (listrik)	Penggunaan & Perawatan Pembelian oleh konsumen, instalasi, perawata, pembuangan lampu merkuri.	<ul style="list-style-type: none"> • Penjualam lampu merkuri yang rusak • Panas • Karbondioksida • Emisi merkuri
Energi: Bensin, gas alam, batubara (listrik). Bahan : Lampu merkuri yang dijual rusak	Pembuangan <ul style="list-style-type: none"> • Pengumpulan, pendaaur-ulangan dan penguburan lampu merkuri di landfill • Merkuri dikumpulkan kembali dari lampu dengan memecahkan kaca dan <i>retorting</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • Merkuri unsur • Kaca • Aluminium • Emisi merkuri • Karbondioksida



Tabel 1.3 Inventarisasi Konsumsi Energi

Jenis Lampu	Daya (Watt)	Waktu Menyala (jam per tahun)	Total Lampu di Rumah	Konsumsi Daya Per Tahun (kwh)	Biaya Listrik Per Tahun (Rp)	Penggunaan Batubara Per Tahun
	A	B	C	D	E	F
Lampu merkuri	25 W	2190	43	2354 kWh	3 296 020	490 kg
Lampu pijar	100 W	2190	43	9417 kWh	13 800 000	1960 kg
Perbedaan				7603 kwh	9 873 920	1470 kg

Catatan :

B = Waktu menyala per tahun = jam per hari x 365 hari

D= Konsumsi daya listrik per tahun (kWh) = (AxBxC): 1000

E= Biaya listrik untuk menyalakan lampu per tahun = Harga per kWh x D

F= Batubara yang dibakar untuk menyalakan lampu untuk satu tahun = D:1.2

Tujuan dari LCA (Penilaian Daur Hidup) ini adalah untuk membuat keputusan apakah masih tetap menggunakan lampu pijar atau lampu merkuri, kita harus membandingkan LCA kedua jenis lampu ini dalam hal pelepasan (emisi) merkuri dari pemakaian energi listrik (hasil pembakaran batubara), dan merkuri yang dilepaskan bola lampu rusak di tempat pembuangan sampah.

Data menunjukkan bahwa 50% listrik di Indonesia dihasilkan dari pembakaran batubara. Pembakaran batubara ini melepaskan merkuri ke atmosfer. Menurut literatur pelepasan merkuri ini rata-rata 0,012 miligram per kiloWattjam (0,012 mg/kWh).

Petunjuk: Hitung dan bandingkan emisi merkuri yang berkaitan dengan penggunaan listrik untuk menyalakan lampu merkuri dan lampu pijar. Asumsikan bahwa lampu akan digunakan 8000 jam



per tahun dengan menggunakan formula seperti di bawah ini (Tabel 1.4).

Tabel 1.4. Penilaian Dampak Lampu Merkuri Vs Lampu Pijar

Jenis Lampu	Daya (Watt)	Jam Nyala Per Tahun (jam)	Daya Per Tahun (kWh)	Ratarata Emisi Merkuri (mg/kWh)	Merkuri dalam Lampu (mg)	Potensi Pelepasan Merkuri (mg)
	A	B	C	D	E	F
Lampu Merkuri	25 W	8000	200	0.012 mg/kWh	4.0 mg	6.4 mg
Lampu Pijar	100 W	8000	800	0.012 mg/kWh	0.0 mg	9.6 mg
Perbedaan					4.0 mg	3.2 mg

Formula untuk menghitung potensi pelepasan merkuri pada saat lampu digunakan dan lampu dibuang:

$C = \text{Daya listrik per tahun (kWh)} = (A \times B) : 1000 \text{ W/kWh}$

$D = \text{Rata-rata emisi merkuri dari pembakaran batubara untuk membangkitkan listrik}$

0.012 mg/kWh

$E = \text{Rata-rata merkuri di dalam lampu: lampu merkuri} = 4.0 \text{ mg; lampu pijar} : 0.00$

$F = \text{Potensi pelepasan merkuri saat lampu digunakan dan dibuang di tempat sampah}$

$(\text{mg}) = (C \times D) + E.$

4.2.4 Interpretasi/evaluasi dan pelaporan

Tujuan:

Untuk mengetahui potensi dampak penggunaan lampu merkuri terhadap lingkungan dan kesehatan manusia

Kesimpulan:



Semua fase dalam daur hidup lampu merkuri melepaskan merkuri ke lingkungan. Merkuri dalam lingkungan memasuki rantai makanan hewan dan mengalami bioakumulasi dan biomagnifikasi. Merkuri yang berbahaya adalah dalam bentuk merkuri organik (metil merkuri). Metil merkuri ini memasuki rantai makanan dimulai dari plankton kemudian dimakan hewan-hewan kecil (bentos) (disini terjadi bioakumulasi), jika hewan kecil ini dimakan oleh hewan pemangsa maka makin tinggi tingkatannya akan terjadi biomagnifikasi yang lebih tinggi. Dampak negatif pada manusia adalah terganggunya vitalitas, reproduksi, dan perkembangan anak dan bayi.

Orang bisa terpapar merkuri saat memecahkan bola lampu merkuri dan makan ikan. Merkuri bisa berdampak negative pada perkembangan kognitif. Lampu merkuri harus dikumpulkan di pusat penampungan untuk didaur ulang, dengan demikian mengurangi emisi merkuri.

4.3. Menyatakan Dampak Lingkungan dari Teknologi dengan Footprint

Para ahli lingkungan telah mengajukan konsep **footprint** (jejak) untuk menyatakan secara kuantitatif dampak lingkungan dari penggunaan teknologi. Dampak lingkungan yang telah banyak dinilai adalah penggunaan tanah/lahan, emisi karbon dan penggabunaan air, dan konsep yang digunakan adalah *ecological footprint* (jejak ekologi), *carbon footprint* (jejak karbon), dan *water footprint* (jejak air)

4.3.1. Ecological Footprint

Ecological footprint adalah indikator yang digunakan untuk mengestimasi jumlah luas ruangan di atas bumi (termasuk tanah darat, perairan dan lautan) yang diperlukan untuk menggunakan teknologi. Ruang ini mencakup ruang untuk produksi, untuk mendapatkan air, untuk mendapatkan energi, untuk pengangkutan dan lain-lain. Termasuk juga ruang untuk menampung dan mengolah limbah-limbah yang dihasilkan dari proses produksi.



Contoh:

Ecological footprint untuk suatu produk adalah sebagai berikut: (lihat Tabel 2.6). Dari tabel terlihat bahwa EF kaca adalah 0.24 Gha/ton (baca: Giga hektar per ton, 1Giga = 1000 000 000, atau sama dengan 240,000,000,000 ha/ton)

PERTANYAAN: Kalau di rumah anda ada 6 bingkai pintu/jendela masing-masing beratnya 2 kg berapa ecological footprint untuk kaca yang dipakai di rumah anda?

Ecological footprint juga bisa dihitung untuk setiap individu dengan menjumlahkan konsumsi individu sesuai dengan gaya hidupnya. Bisa juga untuk satu rumah, satu kota satu Negara dan dunia.

Tabel 1.5 Ecological Footprint Sistem Transportasi

Sistem Transportasi	EF (GHa/ton)
Pesawat terbang ,Eropa	0.357
Pesawat terbang, trans atlantik	0.35
Kereta Api	0.006
Truk	0.031
Kapal Laut	0.005

PERTANYAAN: Dari segi penggunaan sumberdaya lahan/ruang mana moda transportasi barang yang paling ramah lingkungan? (Gunakan Tabel 2.5)

4.3.2. Carbon footprint

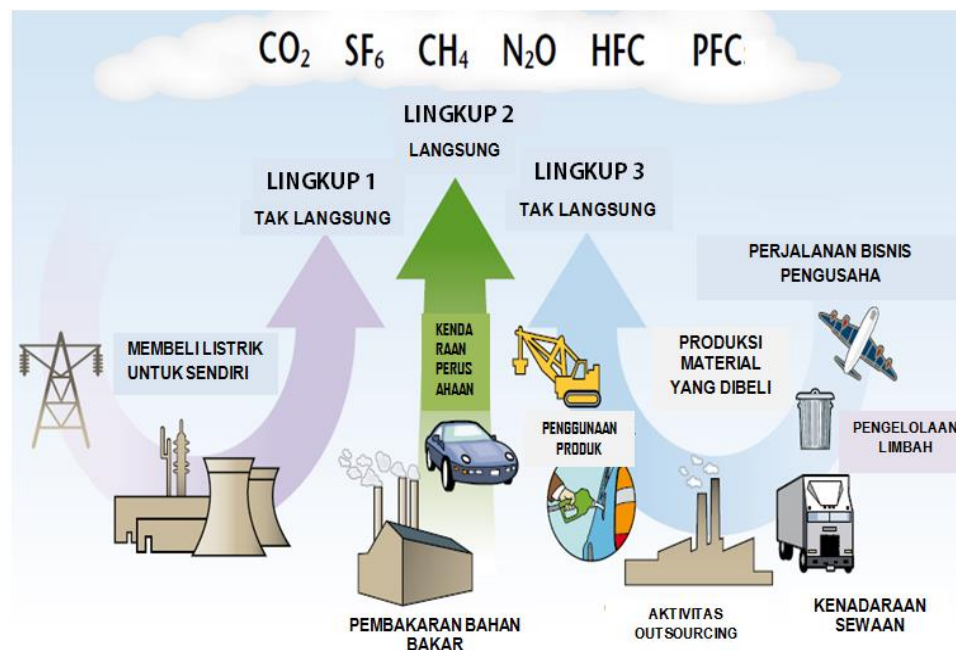
Carbon footprint didefinisikan sebagai "total emisi gas rumah kaca yang dihasilkan oleh organisasi, kegiatan manusia, produk, atau individu manusia itu sendiri". Total carbon footprint tidak bisa dihitung karena dibutuhkan data yang sangat banyak selain itu karbondioksida juga dihasilkan oleh alam. Oleh karena itu **Wright, Kemp, dan Williams**, dalam



jurnal *Carbon Management* mengajukan definisi yang lebih praktis sebagai berikut:

Ukuran total jumlah emisi karbondioksida (CO₂) and metana (CH₄) populasi tertentu, sistem atau aktivitas, dengan mempertimbangkan semua sumber (sources), peyerap (sinks) dan penyimpanan (storage) dalam batas ruang dan waktu dari populasi, sistem atau aktivitas atau usaha. Dihitung sebagai setara (ekuivalen) karbondioksida (CO₂e) dengan menggunakan 100 tahun yang relevan potensi pemanasan global (GWP100).

Setiap penggunaan teknologi yang menghasilkan gas rumah kaca tentu menghasilkan carbon footprint, misalnya transportasi, pembersihan lahan (*land clearance*), produksi, dan konsumsi pangan, bahan bakar, barang-barang industri, material, kayu, jalan, bangunan, dan jasa (Lihat Gambar 2.8).



Gambar 1.9 Carbon footprint transportasi barang

Untuk lebih menyederhanakan emisi gas rumah yang memberi sumbangan terhadap *carbon footprint* dinyatakan dengan setara karbondioksida (CO₂e). Satuan *carbon footprint* adalah kg CO₂e per



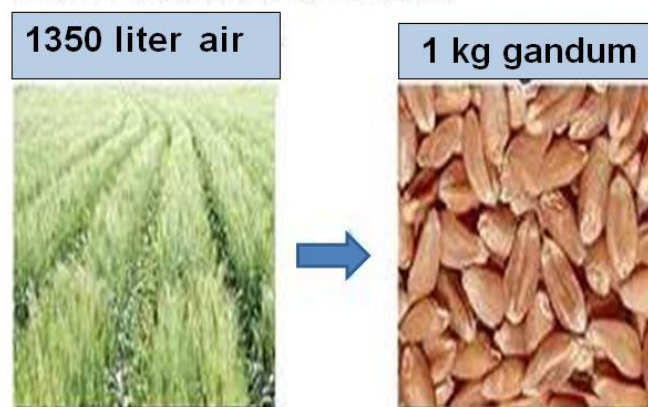
kg produk. Jika nilainya > 5 kg CO₂e per kg produk termasuk kategori sangat tinggi, 1-3 kg CO₂e per kg produk tinggi, < 1 kg CO₂e per kg produk sedang dan < 0.1 kg CO₂e per kg produk rendah. Contoh carbon footprint dari berbagai produk ditunjukkan dalam Tabel 1.6 *Mengapa produk refrigeran dan produk daging memiliki carbon footprint sangat sedangkan hasil sampingan pertanian carbon footprintnya rendah?*

Tabel 1.6 Contoh carbon footprint dari beberapa produk dan kategorinya

Sangat Tinggi (> 5 kg CO ₂ e per kg)	Tinggi (1-3 kg CO ₂ e per kg)	Sedang (< 1 kg CO ₂ e per kg)	Rendah (< 0.1 kg CO ₂ e per kg)
Refrigeran	Plastik	Tanaman dari lahan	Mineral tak diproses (contoh: kerikil dan pasir)
Komponen elektronik	Bahan kimia umumnya	Kaca	Hasil sampingan contoh : jerami, serbuk gergaji, pakan ternak)
Produk daging	Bahan bakar	Kertas dan kayu lapis	Produksi dan pengolahan air
Aluminium	Produk susu	Plastik	Transportasi < 1000 kg dengan lori, dan < 20000 km dengan kapal laut

4.3.3. Water footprint

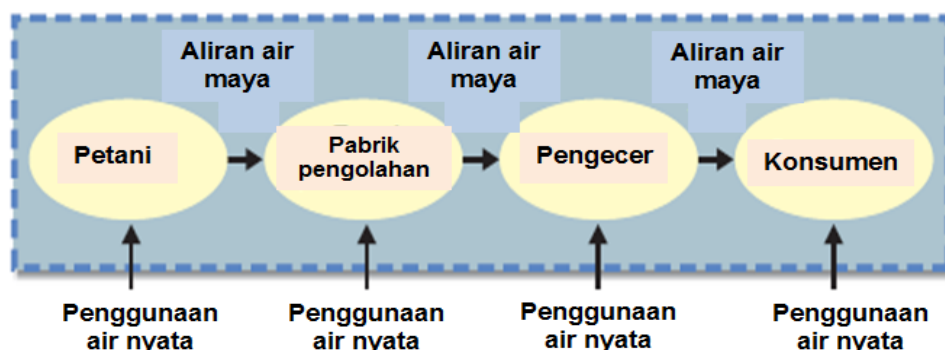
Water footprint didefinisikan sebagai total air tawar yang digunakan untuk memproduksi barang dan jasa yang dikonsumsi oleh individu manusia, komunitas atau dunia usaha. Air yang digunakan diukur dalam volume air konsumsi, air evaporasi dan air yang terpolusi per unit waktu. Misalnya untuk menghasilkan 1kg gandum adalah 1350 liter air, maka *water footprint* gandum adalah 1350 Liter/kg. (Lihat Gambar 2.9).



Gambar 1.10 Visualisasi Water Footprint

Water footprint suatu produk adalah total volume air tawar yang digunakan untuk memproduksi produk tersebut, yang merupakan hasil penjumlahan dari seluruh air yang dibutuhkan dari semua matarantai produksi. *Water footprint* suatu produk tidak saja dihitung dari total volume air yang digunakan langsung, tapi air yang tidak langsung yang disebut dengan air maya (*virtual water*).

Air maya adalah air yang secara tidak langsung tersedia dari mata rantai daur hidup yang lainnya. Misalnya jika anda konsumen yang membeli satu karung tepung terigu, maka anda telah menerima air maya dari petani untuk menanam gandum, dari pabrik untuk pengolahan. (Lihat Gambar 1.11) Bagaimana dengan pengecer? Silakan pikirkan.



Gambar 1.11 Air yang Dihitung Dalam Water Footprint



Setiap apa yang kita pakai mulai dari pakaian dan perhiasan yang melekat pada tubuh kita mengandung air maya.

Water footprint tingkat konsumen = air nyata pengecer + air nyata pabrik pengolahan + air nyata petani, atau

Water footprint tingkat konsumen = air maya pengecer-konsumen + air maya pabrik pengolahan-pengecer + air maya petani-pabrik. (Lihat Gambar 1.10).

Water footprint dari beberapa jenis makanan disajikan pada Tabel 1.7 di bawah ini.

Tabel 1.7. Water Footprint Beberapa Jenis Produk Makanan

No	Produk	Water Footprint (Liter/kg)
1	Almond, tanpa kulit	16,194
2	Daging sapi	15,415
3	Coklat	17,196
4	Benang katun	9,114
5	<i>Lettuce</i>	238
6	Susu	1,021
7	Minyak zaitun	14,430
8	Tomat segar	214
9	Tomat kering	4,275
10	<i>Vanilla Beans</i>	126,500
11	Roti gandum	1,606
12	Apel, pir	700
13	Pisang	860
14	Bir (dari Barley)	75/gelas
15	Roti gandum	1,300
16	Sayuran	200
17	Keju	5,000
18	Ayam	3,900
19	Coklat	24,000
20	Kopi	140/gelas
21	Labu	240



Pertanyaan:

Dari sisi carbon footprint mengapa kita dianjurkan untuk makan banyak sayuran?.

5. Sertifikasi Ramah Lingkungan

Manusia sebagai pribadi, perusahaan, atau Negara perlu bekerja sama untuk mengatasi masalah lingkungan baik yang bersifat lokal, regional maupun global. Salah satu upaya yang dilakukan adalah sertifikasi ramah lingkungan atau **ecolabelling**.

Ekolabel merupakan salah satu sarana penyampaian informasi yang akurat, *verifiable* dan tidak menyesatkan kepada konsumen mengenai aspek lingkungan dari suatu produk (barang atau jasa), komponen atau kemasannya.

Pemberian informasi tersebut pada umumnya bertujuan untuk mendorong permintaan dan penawaran produk ramah lingkungan di pasar yang juga mendorong perbaikan lingkungan secara berkelanjutan.

Ekolabel dapat berupa simbol, label atau pernyataan yang diterakan pada produk atau kemasan produk, atau pada informasi produk, bulletin teknis, iklan, publikasi, pemasaran, media internet. Selain itu, informasi yang disampaikan dapat pula lebih lengkap dan mengandung informasi kuantitatif untuk aspek lingkungan tertentu yang terkait dengan produk tersebut. Ekolabel dapat dibuat oleh produsen, importir, distributor, pengusaha 'retail' atau pihak manapun yang mungkin memperoleh manfaat dari hal tersebut.

Tujuan dan manfaat ekolabel adalah untuk mendorong konsumen agar memilih produk-produk yang memberikan dampak lingkungan yang lebih kecil dibandingkan produk lain yang sejenis. Penerapan ekolabel oleh para pelaku usaha dapat mendorong inovasi industri yang berwawasan lingkungan. Selain itu, ekolabel dapat memberikan citra yang positif bagi 'brand' produk maupun perusahaan yang memproduksi dan/atau mengedarkannya di pasar, yang sekaligus menjadi investasi bagi peningkatan daya saing di pasar.



5.1. Tipe – Tipe Ekolabel

Dalam prakteknya, secara garis besar ecolabel terdiri dari tiga tipe berikut:

Ekolabel Tipe 1: Diberikan lembaga sertifikasi ecolabel

Jenis ecolabel yang banyak digunakan di dunia sampai saat ini adalah ecolabel tipe 1 yang dilaksanakan oleh pihak ketiga yang independen. Kriteria pemberian ecolabel pada umumnya bersifat multi-kriteria, berdasarkan pertimbangan pada dampak lingkungan yang terjadi sepanjang daur hidup produk. Setelah melalui proses evaluasi oleh badan pelaksana ecolabel tipe 1, maka pemohon diberi lisensi untuk mencantumkan logo ecolabel tertentu pada produk atau kemasan produknya (Lihat Gambar 1.12).



Gambar 1.12 Logo Ekolabel Tipe 1

Ekolabel Tipe 2: Swadeklarasi

Ekolabel Tipe 2 merupakan pernyataan atau klaim lingkungan yang dibuat sendiri oleh produsen/pelaku usaha yang bersangkutan. Ekolabel Tipe 2 dapat berupa simbol, label atau pernyataan yang dicantumkan pada produk atau kemasan produk, atau pada informasi produk, buletin teknis, iklan, publikasi, pemasaran, media internet, dll. Contoh pernyataan atau klaim tersebut adalah '*recyclable*', '*recycled material*', '*biodegradable*', '*CFC-free*', dll (Lihat Gambar 2.10). Keabsahan Ekolabel Tipe 2 sangat dipengaruhi oleh metodologi evaluasi yang jelas, transparan, ilmiah, dan terdokumentasi dan Verifikasi yang memadai



Gambar 1.13 Logo Ekolabel Tipe 2

Ekolabel Tipe 3

Ekolabel Tipe 3 berbasis pada multi-kriteria seperti pada Ekolabel Tipe 1, namun informasi rinci mengenai nilai pencapaian pada masing-masing item kriteria disajikan secara kuantitatif dalam label. Evaluasi pencapaian pada masing-masing item kriteria tersebut didasarkan pada suatu studi kajian daur hidup produk. (lihat Tabel 1.8).

Pada Tabel 1.8 terlihat satu contoh logo ekolabel tipe 3 beton blok yang diproduksi oleh perusahaan *My Concrete Company*. Data disajikan seperti brosur dengan judul *Environmental Product Declaration* (Deklarasi Lingkungan) Deklarasi itu merupakan pernyataan yang menyangkut hasil penilaian daur hidup (life cycle assessment). Data terdiri dari dampak operasional (*operasional impact*) yang mencakup kebutuhan energi, bahan bakar, air, dan limbah yang dihasilkan setiap m³ beton.

Dampak lingkungan yang disajikan adalah: total energi primer, perubahan iklim, penipisan lapisan ozon, hujan asam, eutrofikasi, pembentukan ozon fotokimia (Tabel 1.8). Dengan penyajian informasi tersebut, konsumen diharapkan dapat membandingkan kinerja lingkungan oleh berbagai produk berdasarkan informasi pada label dan selanjutnya memilih produk berdasarkan item kriteria yang dirasakan penting oleh masing-masing konsumen.



Tabel 1.8 Hasil Analisis Daur Hidup
(Life Cycle Assesment)
Produk Beton (per m3).



Dampak Operasional dan Lingkungan	Nilai Hasil LCA
DAMPAK OPERASIOAL	
Energi yang dibutuhkan untuk produksi (MJ)	15.8
Air yang dibutuhkan untuk produksi (m ³)	6.2x10 ⁻¹
Limbah yang dihasilkan (kg)	0.68
DAMPAK LINGKUNGAN	
Total Energi primer (MJ)	3,136
Perubahan Iklim (Kg CO ₂ eq)	364
Penipisan lapisan ozon (kg CFC11 eq)	1.34x10 ⁻⁸
Pengasaman udara (kg SO ₂ eq)	2.41
Eutrofikasi udara (kg N eq).	5.55
Pembentukan Ozon fotokimia (kg O ₃ eq)	1.14

Nama produsen: MyConcrete Company, XYZA Eas Street
Anycty, State, www.myconcretecompany.co

pertanyaan berikut ini:

1. Berapa volume air yang dibutuhkan untuk memproduksi 1 m³ beton?
2. Jika ada produk lain yang serupa menimbulkan dampak lingkungan berupa pengurangan cadangan energi primer sebesar 4,000 MJ mana yang lebih ramah lingkungan, produk ini atau produk lain tersebut?
3. Jika perusahaan dalam bulan tahun menghasilkan 500 000 m³ beton, berapa besarnya dampak perusahaan terhadap pemanasan global/perubahan iklim dalam satu bulan?



D. Aktivitas Pembelajaran

LEMBAR KERJA

MENGANALISIS DAMPAK LINGKUNGAN PABRIK TAHU

A. Pendahuluan

Anda akan menganalisis dampak lingkungan pabrik tahu di suatu daerah tempat tinggal anda. Ukuran dampak dilihat dari emisi karbon. Anda akan menggunakan (*Life Cycle Assessment*) LCA untuk menilai dampak: melalui tahap-tahap: 1) penentuan tujuan, 2) lingkup dan pembatasan, 3) inventarisasi dampak 4) Penilaian dampak 5) rekomendasi. Anda akan membandingkan hasil penilaian LCA anda dengan di daerah lain untuk menunjukkan apakah pabrik tahu di daerah anda lebih ramah lingkungan atau tidak.

B. Alat dan Bahan

1. Data-data tentang produksi tahu
2. Data tentang bahan bakar yang digunakan
3. Data tentang emisi bahan bakar
4. Data tentang bahan-bahan yang digunakan.

C. Langkah Kerja.

Ikutilah langkah–langkah LCA berikut:

1. Penentuan Tujuan

- a. Siapkanlah data-data yang diperlukan untuk diolah/dianalisis
- b. Tetapkan tujuan LCA

Tujuan LCA ini adalah: "*untuk mengetahui dampak lingkungan pembuatan tahu di Desa ...*"

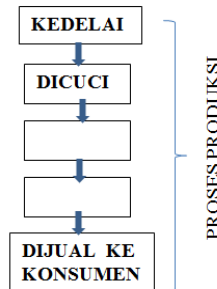


2. Pembatasan

- Dampak lingkungan yang akan dinilai adalah
- Lingkup daerah dibatasi di

3. Inventarisasi Dampak

- Buatlah bagan daur hidup . Lakukan inventarisasi dampak pada setiap fase



- Lakukan inventarisasi dampak dengan pendekatan input-proses output (Tabel 1.9).

Tabel 1.9. Analisis Input Output Dampak Lingkungan

INPUT	PROSES	OUTPUT
Air ... L	PROSES PRODUKSI	Tahu ... kg
Kedelai ... L		Bungkil ... kg
Kayu bakar ... kg		Limbah ... L
Solar ... L		Emisi CO ₂ ... kg
Tenaga kerja ... orang		

- Datanglah ke beberapa pabrik tahu, lalu tanyakan kepada pemilik pabrik mengenai input dan output. Catatlah dalam buku catatan. Hitung total input dan total output.
- Hitung emisi CO₂ yang dihasilkan per kg tahu
- Hitung water footprint per kg tahu.

Diketahui: *carbon footprint* kedelai 620 g CO₂/kg

dan beberapa emisi sebagai berikut:

Sumber energi	Emisi
- Solar	22.37 kg CO ₂ e/L

Catatan :

1 TJ = 1Terra Joule = 10¹² J

2. GWh= Giga Watt Jam
= 10⁹ Wh

Water footprint kacang kedele:
=.....L/kg



- Bensin 19.54 kg CO₂e/L
- Kayu bakar 112.000 kg CO₂e/TJ
- Listrik 281 ton CO₂ e/GWh

Diketahui pula: *carbon footprint* (CF) tahu negeri Belanda: 2 kg CO₂/kg, (CF minyak kedelai 2.96 kg CO₂/kg , daging ayam = 3kg/kg daging sapi 15 kg/kg produk.

4. Penilaian Dampak

- a. Deskripsikan dampak CO₂ yang dihasilkan terhadap pemanasan global
- b. Deskripsikan dampak pemakaian air terhadap ketersediaan sumber daya
- c. Deskripsikan dampak limbah tahu terhadap lingkungan perairan
- d. Dari dampak yang dideskripsikan mana dampak yang paling besar dan sulit diatasi.
- e. Bandingkan carbon footprint dan water footprint tahu dari pabrik yang anda amati dengan tahu-tahu dari tempat lain (berdasarkan informasi yang tersedia). Apakah tahu dari pabrik yang anda amati lebih ramah lingkungan?

5. Interpretasi

Nyatakan kembali dampak yang paling besar pada pabrik yang anda amati. saran: pada fase daur hidup mana harus dilakukan perbaikan untuk mengurangi dampak.



E. Latihan/Tugas/Kasus

Petunjuk: Pilihlah salah satu jawaban yang paling tepat!

1. Teknologi ramah lingkungan memenuhi kriteria sosial diindikasikan oleh hal-hal berikut, kecuali
 - A. Penyediaan/diversifikasi energi primer
 - B. Meningkatkan partisipasi masyarakat
 - C. Meningkatkan harapan hidup
 - D. Meningkatkan penggunaan tenaga kerja
2. Berikut ini adalah indikator dari kriteria lingkungan dari teknologi ramah lingkungan:
 - A. mengolah limbah hingga 100 %
 - B. beroperasi secara normal
 - C. menurunkan angka kecelakaan
 - D. menggunakan sumberdaya mineral
3. _____ tidak termasuk ke dalam dampak negatif penggunaan teknologi terhadap makhluk hidup
 - A. Kadar zat beracun dalam jaringan tubuh manusia
 - B. Kematian hewan air
 - C. Meningkatnya kadar zat beracun dalam lumpur
 - D. Adanya residu zat beracun dalam tanaman
4. Kasus Minamata merupakan contoh dampak penggunaan teknologi terhadap _____
 - A. polusi air
 - B. polusi tanah
 - C. polusi udara
 - D. polusi suara
5. Intensitas dampak lingkungan akibat penggunaan teknologi meningkat jika;
 - A. digunakan teknologi tidak ramah lingkungan
 - B. populasi penduduk tetap
 - C. pertumbuhan ekonomi tetap
 - D. waktu penggunaan meningkat



6. Gas-gas A, B, C, dan D telah diuji dilaboratorium dengan sinar inframerah untuk menunjukkan kemampuannya meningkatkan temperatur. Hasilnya adalah perbandingan relatif terhadap CO_2 mengenai kemampuan meningkatkan suhu sebagai berikut A= 3, B= 25, C= 128, D= 200. Dengan berat gas yang sama mana gas yang memiliki potensi pemanasan global paling tinggi?
- A. A
B. B
C. C
D. D
7. Dalam satu hari saya menggunakan alat-alat listrik di rumah sebagai berikut;
- Lampu kamar tidur 100 watt selama 5 jam
 - Lampu kamar mandi 50 watt selama 1 jam
 - Setrikaan 40 Watt 2 jam-80
 - TV 40 watt 3 jam-120
 - Energi listrik berasal dari pembakaran batubara yang mengeluarkan emisi karbondioksida 50 kg untuk setiap kWh .
Bagaimana agar emisi yang saya hasilkan dalam satu bulan bisa dikurangi seminimal mungkin?
- A. Mematikan lampu kamar tidur pada saat tidur
B. Mematikan kamar mandi pada saat mandi
C. Menyetrika pakaian yang penting-penting saja
D. Tidak menonton sinetron
8. Yang dimaksud dengan daur hidup produk adalah proses yang dialami produk
- A. mulai penyediaan bahan baku, pengangkutan, pengolahan, penjualan, hingga konsumsi, dan pengolahan limbah
- B. mulai penyediaan bahan baku pengangkutan, pengolahan, penjualan, hingga konsumsi
- C. mulai pengolahan, penjualan, hingga, konsumsi, hingga pengolahan limbah



- D. mulai pengolahan, penjualan, konsumsi, hingga pengolahan limbah
9. Jika ecological footprint beras = 3.04 GHa/ton. Berapa Gha ruang yang dibutuhkan untuk kegiatan produksi beras per hari jika kebutuhan beras per hari 1000 ton. (Catatan : 1 GigaHektar= 1.000.000.000.000 Hektar)
- 3 400 GHa-V
 - 4 500 GHa
 - 5 100 GHa
 - 7 200 GHa
10. Perhatikan logo ecolabel di samping ini:
- Ekolabel tipe 1
 - Pemberian logo. dilaksanakan oleh pihak ketiga yang Independen
 - diberikan berdasarkan penilaian daur hidup produk
 - selain untuk barang, bisa juga untuk jasa



Jawaban yang benar adalah:

- 1, 2
- 2, 3
- 3, 4
- 1, 2, 3, 4

F. Rangkuman

Teknologi ramah lingkungan adalah teknologi yang tidak merusak lingkungan hidup karena membutuhkan sumberdaya yang lebih sedikit dan menimbulkan polusi lebih sedikit dari tidak merusak biodiversitas dibandingkan teknologi yang lainnya.

Dampak lingkungan dari penggunaan teknologi adalah terjadinya masalah-masalah lingkungan dimana luasan daerah yang terkena dampaknya bisa



lokal, regional atau global. Polusi tanah dan air dan kerusakan biodiversitas luasan dampaknya bersifat lokal, polusi udara bersifat global.

Life Cycle Assessment (LCA) merupakan metode penilaian dampak penggunaan teknologi (produk) dengan memperhatikan keseluruhan daur hidup mulai dari awal proses produksi, bahan mentah, sampai pada produk menjadi sampah (akhir masa hidup produk). Langkah-langkah LCA. Adalah: penetapan tujuan, penetapan ruang lingkup, inventarisasi data, penilaian dampak dan interpretasi.

Ecological footprint adalah jumlah luas ruangan di atas bumi (termasuk tanah darat, perairan dan lautan) yang diperlukan untuk menggunakan teknologi dan untuk hidup. Ekolabel merupakan salah satu sarana penyampaian informasi yang akurat, *verifiable*, dan tidak menyesatkan kepada konsumen mengenai aspek lingkungan dari suatu produk (barang atau jasa), komponen atau kemasannya. Ekolabel bertujuan untuk mendorong permintaan dan penawaran produk ramah lingkungan di pasar yang juga mendorong perbaikan lingkungan secara berkelanjutan.

G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut

Setelah menyelesaikan tugas dalam modul ini, Anda dapat memperkirakan tingkat keberhasilan Anda dengan melihat kunci/ rambu-rambu jawaban yang terdapat pada bagian akhir modul ini. Jika Anda memperkirakan bahwa pencapaian Anda sudah melebihi 85 %, silakan Anda terus mempelajari kegiatan pembelajaran berikutnya, namun jika Anda menganggap pencapaian Anda masih kurang 85 %, sebaiknya Anda ulangi mempelajari kegiatan pembelajaran ini.

KEGIATAN PEMBELAJARAN 2

MAGNET

PENDAHULUAN

Modul ini membahas tentang kemagnetan, dari segi konsep medan magnet, induksi elektromagnetik, penggunaan magnet dalam produk teknologi dan penggunaan magnet dalam kehidupan sehari-hari. Magnet adalah suatu obyek yang memiliki medan magnet, medan magnet adalah daerah yang dipengaruhi magnet. Magnet selalu memiliki dua kutub, yaitu kutub utara (north/N) dan kutub selatan (south/S). Walaupun magnet itu dipotong-potong, potongan magnet kecil tersebut tetap memiliki dua kutub. Medan magnet adalah medan vektor. Artinya besaran yang dilukiskan medan tersebut adalah besaran vektor. Besaran vektor medan magnet ini biasanya disebut induksi magnetik.

Dalam kehidupan sehari-hari, magnet sering kita jumpai. Misalnya pada pintu kulkas, agar kulkas dapat tertutup rapat dan kebocoran daya listrik diminimalkan, maka didesain pintu kulkas mengandung magnet. Dalam dunia teknologi, penggunaan magnet juga dijumpai di speaker. Masih banyak lagi penggunaan magnet dalam produk teknologi modern.



Gambar 3.1 : Kulkas dengan pintu mengandung magnet
Sumber : Google image

Gambar : Speaker Sumber : Google image





A. Tujuan

Setelah belajar dengan modul ini diharapkan peserta diklat dapat :

1. Menjelaskan konsep medan magnet
2. Menjelaskan induksi magnetik
3. Menjelaskan penggunaan magnet dalam produk teknologi
4. Menjelaskan penggunaan magnet dalam kehidupan sehari-hari

B. Indikator Ketercapaian Kompetensi

Kompetensi yang diharapkan dicapai melalui diklat ini adalah :

1. Menjelaskan konsep medan magnet
2. Menjelaskan induksi magnetik
3. Menjelaskan penggunaan magnet dalam produk teknologi
4. Menjelaskan penggunaan magnet dalam kehidupan sehari-hari

C. Uraian Materi

Medan Magnet

Medan magnet adalah ruangan/daerah yang dipengaruhi oleh gaya magnet. Adanya medan magnet di dalam suatu ruang/daerah dapat ditunjukkan dengan mengamati pengaruh yang dapat ditimbulkan di ruang/daerah tersebut; diantaranya :

1. Bila di dalam ruang tersebut ditempatkan benda magnetik maka benda tersebut mengalami gaya.
2. Bila di ruang terdapat partikel/benda bermuatan yang bergerak, maka benda tersebut mengalami gaya.

Sifat medan magnet di atas yang mendasari pemikiran bagaimana kuat medan magnet diukur.

Pengukuran Kuat Medan Magnet dengan Magnetometer Statis

Saat ini pengukuran kuat medan magnet dapat dilakukan dengan berbagai cara : mengukur gaya pada cuplikan atau sampel bahan magnet (dengan alat neraca magnetik dan neraca cincin untuk bahan magnet yang lemah serta dengan alat bandul magnetik horisontal dan alat bandul magnetik vertikal untuk bahan ferromagnet), mengukur voltase atau arus imbas yang disebabkan pengimbasan

elektromagnet (dengan alat galvanometer balistik) dan mengukur kuat medan magnet yang ditimbulkan oleh sampel (dengan alat magnetometer statis). Karena lebih memungkinkan untuk memperoleh kuat medan magnet pada alat yang terkalibrasi dengan baik yaitu cara yang ketiga daripada dengan cara yang pertama dan kedua. Maka dirancanglah suatu alat magnetometer statis yang cukup sederhana dengan menggunakan dua sampel.

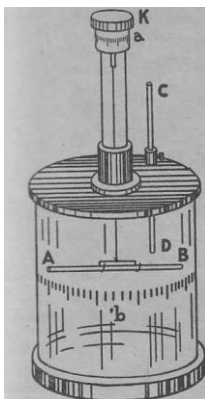
Pengukuran kuat medan magnet dilakukan dengan menggunakan kumparan solenoida yang dialiri arus sebagai sampel kedua dan dikalibrasi dengan sampel pertama yaitu pasir yang dimagnetisasi. Pengamatan dilakukan untuk beberapa jarak antara sampel dan sistem magnet pada magnetometer statis. Dan akan diukur defleksi atau simpangan yang terjadi dari sinar LASER yang diarahkan ke cermin kecil magnetometer statis sebelum dan sesudah sampel dipasang. Dari data sampel kedua dapat dibuat grafik defleksi terhadap kuat arus atau terhadap kuat medan magnet. Gradien data dari sampel kedua kemudian dikalibrasi dengan data yang ada dalam sampel pertama, sehingga diperoleh harga kuat medan magnet untuk beberapa: garis jarak antara sampel dengan sistem magnet. (Adler).

Hukum Coulomb

Pengaruh dua kutub magnet satu sama lainnya bergantung kepada kekuatan kutub masing-masing dan jarak antara kedua kutub tersebut. Jika kutub utara magnet diberi tanda + dan kutub selatan diberi tanda -. Sebagai ukuran kekuatan magnet yang disebut m .

Percobaan dari Coulomb dengan menggunakan neraca puntir menunjukkan,

Gambar 3.2 :
Neraca puntir



bahwa gaya tolak menolak atau tarik menarik antara dua kutub magnet berbanding langsung dengan kuat-kutub masing-masing dan berbanding terbalik dengan pangkat dua jarak antaranya. Perhatikan gambar neraca puntir berikut ini:

Magnet batang **AB** (gb.7) digantungkan ditengah-tengah pada seutas benang kecil. Batang magnet lain (**CD**) yang sama kuatnya didekatkan pada salah satu kutub yang senama sehingga saling tolak menolak dan memuntir benang penggantung. Kemudian magnet **AB** kita putar kembali sampai



B mengambil kedudukan seperti semula lagi. Hal ini dapat dilakukan dengan memutar kepala **K**, yaitu tempat dimana kawat itu digantungkan. Sudut putaran kembali yang dapat dibaca, merupakan suatu ukuran untuk gaya tolak menolak yang dilakukan oleh kedua kutub magnet tersebut.

Gaya tolak menolak tersebut berbanding langsung dengan sudut puntiran benang penggantung. Dengan demikian dapatlah ditentukan hubungan antara jarak dan gaya tolak menolak atau tarik menarik.

Jarak antara kedua kutub yang saling tolak menolak dapat diperkecil dengan memuntir benang penggantung yang agak keras. Kemudian kekuatan kutub dapat diperbesar dengan menambah dengan batang magnet lain yang sama kuatnya. Jadi, misalnya salah satu dari kedua kutub yang saling tolak menolak diperbesar dua kali, tetapi kutub yang lain serta jarak antara keduanya tidak diubah, gaya tolak menolak tadi juga diperbesar dua kali.

Jika kedua kutub tidak diubah kekuatannya, tetapi jarak antaranya diperbesar 3 kali semula, maka gaya tersebut berkurang menjadi $1/9$ kali semula. Hukum Coulomb:

Gaya tolak menolak atau tarik menarik antara dua kutub magnet, berbanding langsung dengan banyaknya magnet di tiap-tiap kutub dan berbanding terbalik dengan pangkat dua jarak antaranya.

Hukum tersebut dapat pula ditulis dengan rumus:

$$K = C \frac{m_1 m_2}{r^2}$$

Keterangan :

K = besarnya gaya yang terjadi.

C = Faktor perbandingan yang besarnya bergantung pada zat antara/ medium.

m = fluk magnetik, kekuatan magnet.

r = jarak antara kedua kutub magnet.

Medan magnet merupakan besaran vektor, adapun kuat/lemahnya medan tersebut ditunjukkan oleh *intensitas magnet* (H).

Satuan intensitas magnet menurut sistem metrik pada International System of Units (SI) adalah Tesla dan SI unit untuk total fluks magnetik adalah weber. $1 \text{ weber/m}^2 = 1 \text{ tesla}$, yang mempengaruhi satu meter persegi.

Efek medan magnet disebut induksi magnetik (B), juga merupakan besaran vektor.

Hubungan antara H dan B :

$$B = \mu_0 H$$

Keterangan:

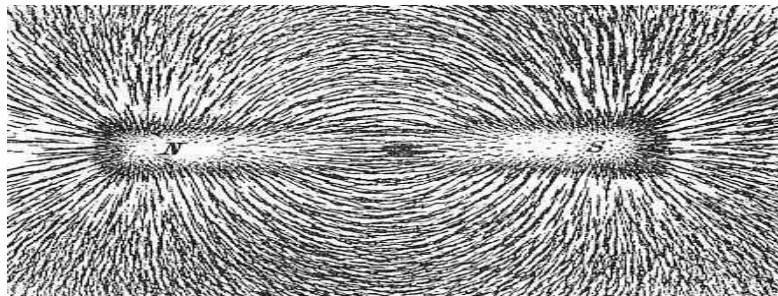
B = induksi magnetik, satuan dalam SI = Weber/m² atau Tesla

H = intensitas magnet

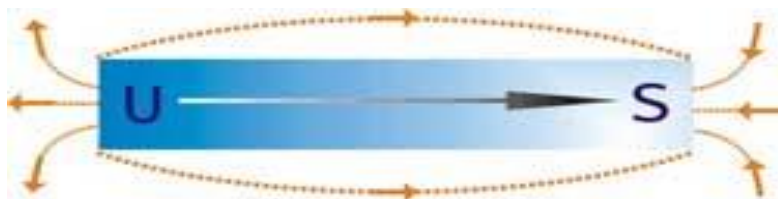
μ_0 = permeabilitas = $4\pi \times 10^{-7} \text{ Wb/A.m}$ (udara)

1. Medan magnet oleh benda magnetik.

Suatu magnet (misalnya magnet batang) akan menimbulkan medan magnet di sekitarnya. *Arah garis magnetiknya adalah dari kutub U menuju ke kutub S.*



Gambar 3.3 Pola garis gaya magnet



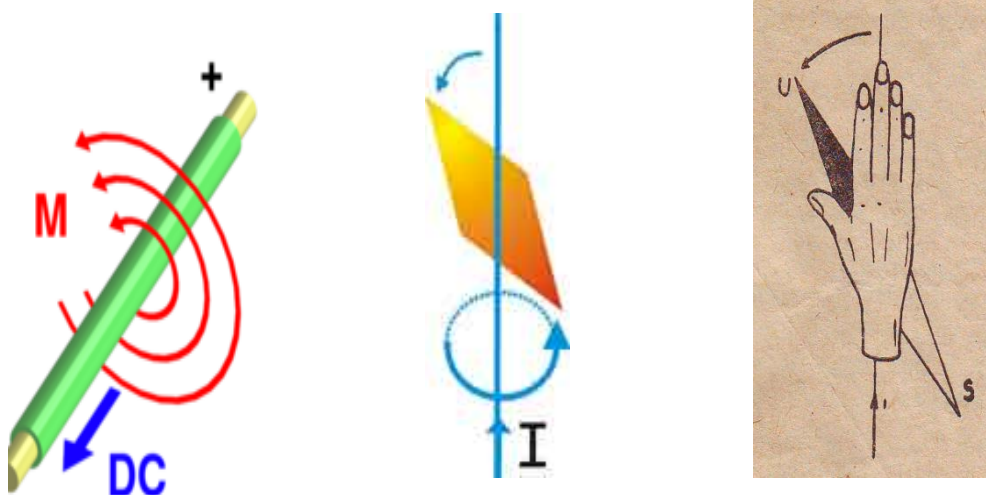
Gambar 3.4 Arah garis gaya magnet

2. Medan magnet oleh muatan bergerak (arus listrik).

Oersted menyatakan : perpindahan muatan listrik (arus listrik) akan menimbulkan medan magnet di sekitarnya. Arah medan magnet B ditentukan dengan kaidah sekrup putar kanan atau tangan kanan.

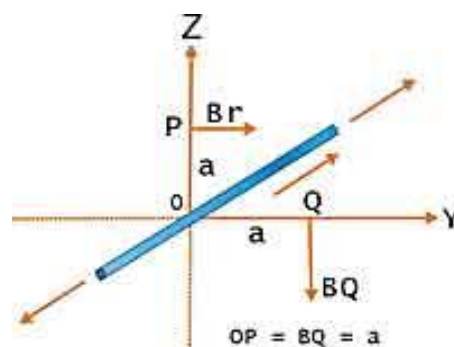


Misalkan arus mengalir melalui sepotong kawat membentuk suatu medan magnet (M) disekeliling kawat. Medan tersebut terorientasi menurut aturan tangan kanan dapat digambarkan hal tersebut sebagai berikut :



Gambar 3.5. Arah garis gaya magnet disekitar kawat berarus serta cara menentukannya

3. Kawat penghantar yang sangat panjang dan lurus terletak pada sumbu-x serta dialiri arus listrik I . Arah B pada beberapa titik di sumbu-y dan z terlihat pada gambar (mengikuti kaidah tangan kanan) sedangkan besarnya adalah:



Gambar 3.6 kawat panjang berarus listrik

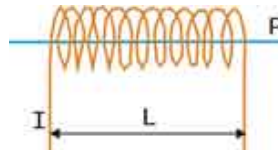
Besar induksi magnet di titik yang berjarak a dari kawat :

$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi a}$$

Keterangan :

a = jarak suatu titik terhadap kawat

4. Solenoida adalah kumparan kawat berbentuk tabung panjang dengan lilitan yang sangat rapat.



Gambar 3.7 Kawat solenoida berarus listrik

Besar Induksi magnetik di tengah solenoida :

$$B_0 = \mu I n = \mu I N / L$$

Keterangan :

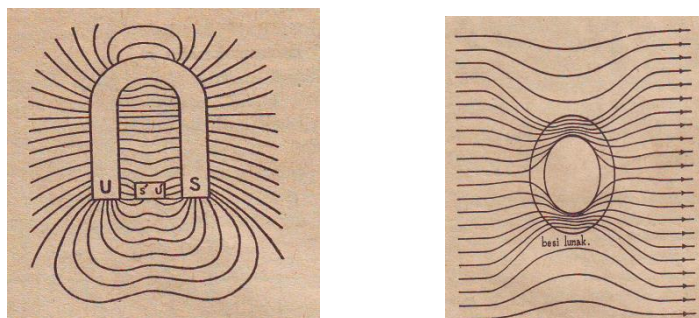
μ = permeabilitas bahan = $\mu_0 \cdot k_m$

k_m = permeabilitas relatif

Induksi magnetik di ujung solenoida:

$$B_p = \mu I n / 2 = \mu I N / 2L = B_0/2$$

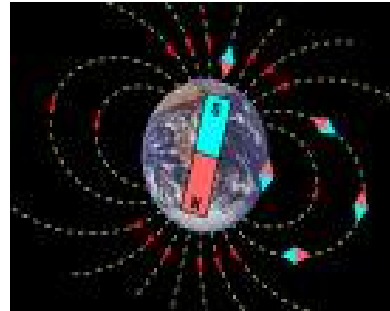
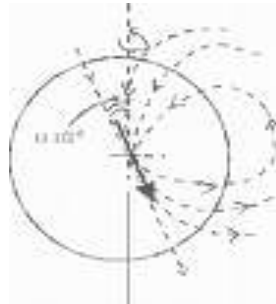
Selain itu karena garis gaya magnet sangat dipengaruhi oleh benda-benda ferromagnetik, hal ini mengakibatkan medan magnet tersebut melemah gaya magnetnya atau bahkan bisa hilang sama sekali disuatu tempat. Peristiwa tersebut ada yang disebut *influensi* dan *absorbsi*. Perhatikan gambar :



Gambar 3.8. *Influensi* dan *absorpsi* garis gaya magnet



Magnet Bumi



Gambar 3.9. Gambaran garis gaya magnet bumi

Bumi memiliki medan magnet bumi yang dihasilkan oleh kutub-kutub magnet bumi. Medan magnet bumi tersebut besarnya dipengaruhi oleh:

- **Kondisi Variasi setempat (local variation)** yaitu kondisi yang disebabkan oleh batu-batuan yang bersifat magnetik terkonsentrasi.
Perubahan medan magnet bumi yang disebabkan oleh perbedaan kandungan kemagnetan batuan yang ada di suatu tempat akan memungkinkan kita memprediksi/menentukan struktur lapisan bumi dan permukaannya.
Serupa dengan prinsip survei gravitasi, kondisi variasi setempat juga dapat digunakan untuk penjelajahan dunia perminyakan/pertambangan. Serta dapat pula melakukan pemetaan geologi dan kajian geologi struktur, mencari bijih dan mengenal sejarah pemuaian dasar laut.
- **Terjadinya Perubahan terhadap waktu** yaitu perubahan letak kutub-kutub magnetik bumi yang berubah terhadap waktu; misalkan antara tahun 1600 sampai 1800 deklinasi magnetik bumi di London berubah dari 11° timur sampai 24° barat.

Data magnet bumi dapat digunakan untuk kepentingan :

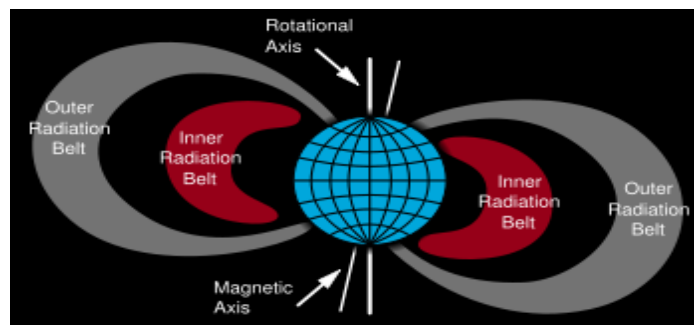
1. Navigasi penerbangan dan pelayaran.
Yaitu untuk petunjuk arah yang diperlukan seperti; data deklinasi magnet bumi disuatu tempat, Koreksi arah jarum kompas terhadap Utara sebenarnya.
2. Pembuatan peta topografi
Dalam pembuatan peta Topografi skala besar harus dicantumkan notasi deklinasi magnet disetiap lembar peta.

3. Survey Geologi dan Geofisika

Setiap survey Geologi dan Geofisika yang menggunakan metode magnet, memerlukan Data variasi harian dari stasiun-stasiun magnet bumi di Indonesia. Data ini sebagai koreksi data lapangan selama dilakukan survey.

Selain fungsinya tersebut, medan magnet bumi dapat juga memunculkan terjadinya interaksi antara medan magnet bumi dengan badai matahari, hal tersebut mengakibatkan beberapa peristiwa yang ada di bumi. Diantaranya muncul gejala-gejala seperti :

1. Badai magnetik, badai ini dapat mempengaruhi komunikasi radio.
2. Sabuk radiasi *Van Allen*, peristiwa ini terjadi sepanjang kutub utara-selatan magnetik.



Gambar 3.10. Gambaran Sabuk Radiasi Van Allen

3. Peristiwa Aurora pada lintang utara dan selatan sebesar ± 750



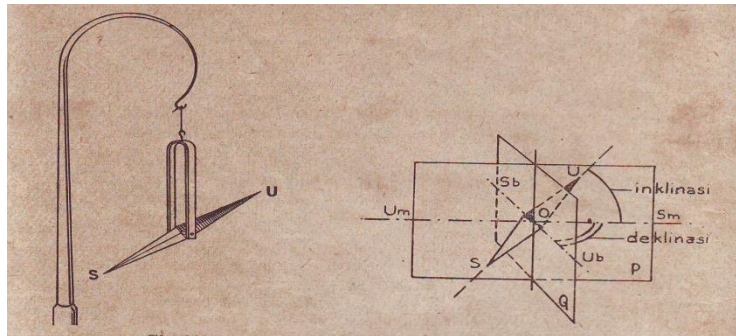
Gambar 3.11. Aurora

Kemagnetan bumi dapat mengakibatkan beberapa gejala terhadap magnet jarum (kompas), diantaranya: sudut *deklinasi* dan sudut *inklinasi*.



Sudut *deklinasi* adalah sudut antara sumbu kompas yang berputar pada bidang datar dengan arah utara-selatan kutub bumi. Sudut ini disebut pula dengan sudut *deviasi*.

Sudut *inklinasi* adalah sudut antara sumbu kompas yang diletakkan vertikal dengan bidang mendatar.

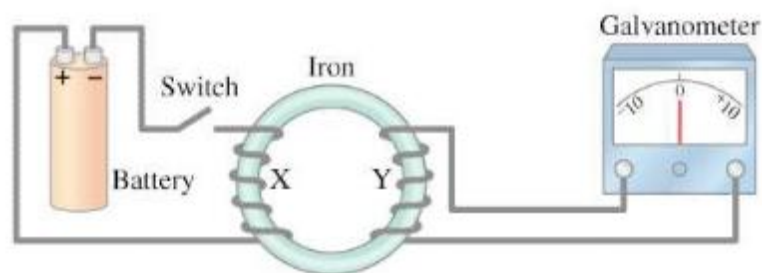


Gambar 3.12. *deklinasi* dan *inklinasi*

INDUKSI ELEKTROMAGNETIK

Hubungan antara gejala kelistrikan dan kemagnetan adalah :

- (1) Arus listrik menghasilkan medan magnet
- (2) Medan magnet memberikan gaya pada arus listrik atau muatan listrik yang bergerak



Gambar 3.13. Percobaan Faraday

Gambar di atas adalah perangkat percobaan Faraday yang digunakan untuk menyelidiki bahwa arus listrik dapat dihasilkan dari medan magnet.

Sebuah kumparan kawat X, dihubungkan dengan sebuah baterai. Arus yang mengalir melalui X menghasilkan medan magnet yang diperkuat oleh inti besi. Faraday berharap bahwa dengan menggunakan baterai yang berkekuatan

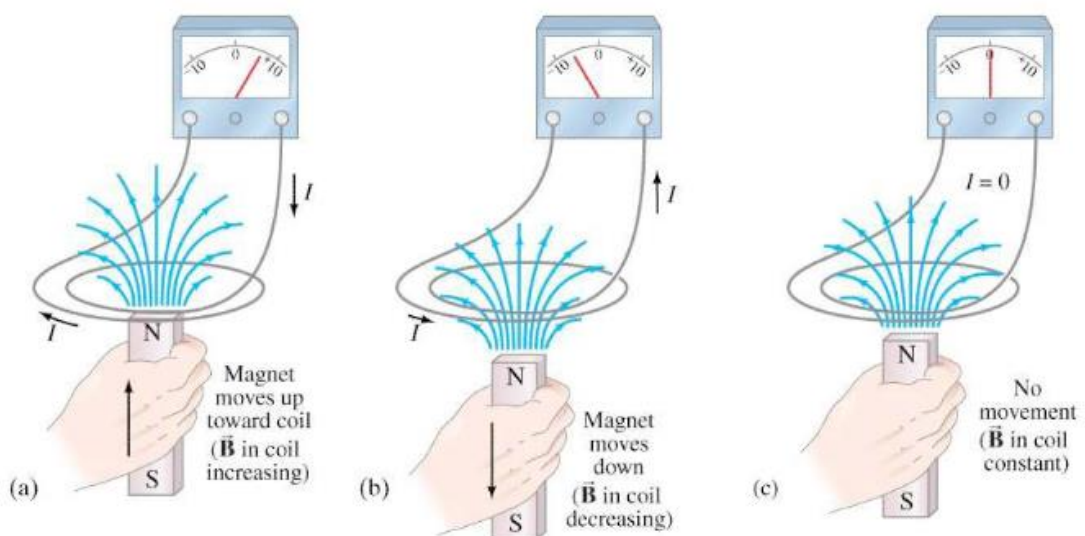
cukup, arus konstan di X akan menghasilkan medan magnet yang cukup besar, yang dapat membangkitkan arus pada kumparan kedua Y. Pada rangkaian kedua Y, digunakan galvanometer untuk mendeteksi arus listrik, tetapi disini tidak digunakan baterai. Percobaan ini tidak berhasil jika digunakan arus konstan. Tetapi pada akhirnya teramati suatu efek, dimana Faraday melihat simpangan besar terjadi pada jarum galvanometer di rangkaian Y pada saat ia menghidupkan saklar di rangkaian X. Dan galvanometer menyimpang kuat ke arah yang berlawanan pada saat ia mematikan saklar tersebut. Arus konstan di X tidak menghasilkan arus di Y. Arus timbul di Y hanya pada saat terjadi penyambungan atau pemutusan hubungan listrik di X.

Kesimpulan dari percobaan faraday adalah :

Medan magnet konstan tidak dapat menghasilkan arus listrik, namun perubahan medan magnet dapat menghasilkan arus listrik, sehingga dapat dikatakan bahwa :

GGL induksi dihasilkan oleh medan magnet yang berubah

Percobaan faraday berikutnya adalah Induksi Elektromagnet,



Gambar :



- (a) Arus terinduksi pada saat magnet digerakkan menuju kumparan
- (b) Arus induksi balik terjadi ketika magnet bergerak menjauhi kumparan
- (c) Tidak terjadi arus induksi jika magnet tidak bergerak relatif terhadap kumparan

Jika magnet ditarik dengan cepat, arus terinduksi dengan arah yang berlawanan. Kemudian, jika magnet dibiarkan diam dan kumparan kawat digerakkan mendekati atau menjauhi magnet, terjadi juga induksi ggl dan aliran arus. Gerakan atau perubahan diperlukan untuk menginduksi ggl, baik itu yang bergerak magnet ataupun kumparan.

Hukum Faraday tentang Induksi : Hukum Lens

ggl induksi selalu membangkitkan arus yang medan magnetnya berlawanan dengan asal perubahan fluks

Secara matematis dirumuskan :

$$\xi = -N \frac{\Delta \phi_B}{\Delta t}$$

PENGUNAAN MAGNET DALAM PRODUK TEKNOLOGI

Dalam perkembangannya magnet banyak dimanfaatkan diantaranya dalam dunia medis, sebagai contoh :

1. **MRI (*Magnetic Resonance Imaging*)** ialah gambaran potongan sebagian badan yang diambil dengan menggunakan daya magnet yang kuat diarahkan keanggota badan tersebut. Berbeda dengan "CT scan", MRI tidak memberikan rasa sakit ataupun dampak radiasi, hal ini disebabkan karena tidak adanya penggunaan sinar-X dalam proses tersebut. Magnetic Resonance Imaging (MRI) juga merupakan suatu kaedah untuk menghasilkan gambar organ dalam dari organisme hidup dan juga untuk menemukan jumlah kandungan air dalam struktur geologi. Biasa digunakan untuk menggambarkan secara patologi atau perubahan fisiologi otot hidup dan juga memperkirakan *ketelusan* batu terhadap hidrokarbon.



Teknik penggunaan MRI tersebut adalah sebagai berikut: Pertama-tama, putaran nukleus atom molekul otot *diselarikan* dengan menggunakan medan magnet yang berkekuatan tinggi. Kemudian, denyutan frekuensi radio dikenakan pada kedudukan menegak pada garis medan magnet agar sebagian nukleon hidrogen bertukar arah. Selepas itu, frekuensi radio akan dimatikan, hal ini akan menyebabkan nukleon berganti pada konfigurasi awal. Ketika ini terjadi, tenaga frekuensi radio dibebaskan yang dapat ditemukan oleh *gegelung* yang mengelilingi orang yang sakit. Sinyal ini dicatat dan data yang dihasilkan diproses oleh komputer untuk menghasilkan gambar otot. Dengan ini, ciri-ciri anatomi yang jelas dapat dihasilkan. Pada penggunaan buat pengobatan, MRI digunakan untuk membedakan otot patologi seperti *tumor* otak dibandingkan otot normal.

Teknik ini bergantung kepada ciri tentang nukleon hidrogen yang dirangsang menggunakan magnet dalam air. Bahan contoh ditunjukkan seketika pada tenaga radiofrekuensi, yang dengan kehadiran medan magnet, mengakibatkan nukleon dalam keadaan bertenaga tinggi. Ketika molekul kembali menurun kepada normal, tenaga akan dibebaskan ke sekitarnya, melalui proses yang dikenal sebagai relaksasi.

Walaupun kelakuan nuklir atomik dalam contoh terpenting bagi teknik ini, penggunaan istilah nuklir dihindari untuk menghindarkan kebingungan tak beralasan disebabkan kebingungan atau kerisauan yang timbul dengan kaitan antara perkataan "nuklir" dengan teknologi yang digunakan dalam senjata nuklir dan resiko bahan radioaktif. Berbeda dengan teknologi senjata nuklir, nukleon berkait dengan MRI yang ada.

Salah satu kelebihan menggunakan teknologi MRI adalah, menurut pengetahuan pengobatan masa kini, tidak berbahaya bagi orang yang sakit. Berbeda dengan *CT scans* "*computed axial tomography*" yang menggunakan aksial tomografi berkomputer yang melibatkan dos radiasi mengion, MRI hanya menggunakan medan magnet kuat dan radiasi tidak mengion "*non-ionizing*" dalam jalur frekuensi radio.

Walaupun demikian, perlu diketahui bahwa orang sakit dengan benda asing logam (seperti serpihan peluru) atau implant terbenam (seperti tulang



Titanium buatan, atau pacemaker) tidak boleh discan di dalam mesin MRI, karena MRI menggunakan medan magnet yang kuat.

Satu lagi kelebihan scan MRI adalah kualitas gambar yang diperoleh biasanya resolusinya lebih baik berbanding CT scan. Lebih-lebih lagi untuk *scan* otak dan tulang belakang, walaupun mesti dicatat bahwa *CT scan* kadangkala lebih berguna untuk cacat tulang.

Dilihat dari sangat pentingnya asas dan aplikasi MRI dalam bidang obat-obatan, Paul Lauterbur dan Sir Peter Mansfield dianugerahi Hadiah Nobel pada tahun 2003 dalam bidang Fisiologi atau Kedokteran untuk penemuan mereka atas MRI.

2. **Kereta Maglev** adalah jenis kereta api yang mengambang secara magnetik. Maglev singkatan dari *magnetically levitated trains*, dalam bahasa Indonesia disebut kereta api levitasi magnetik. Sering juga disebut kereta api magnet. Prinsip kerja dari kereta api ini adalah memanfaatkan gaya magnet untuk mengangkat kereta sehingga mengambang, tidak menyentuh rel, sehingga gaya gesek dapat dikurangi.



Gambar 3.14 : Kereta maglev
Sumber : *Google image*

Kereta Maglev juga memanfaatkan magnet sebagai pendorong. Dengan kecilnya gaya gesek dan besarnya gaya dorong, kereta ini mampu melaju dengan kecepatan sampai 600 km/jam, jauh lebih cepat dari kereta biasa. Beberapa negara yang telah mengembangkan kereta api jenis ini adalah

Tiongkok, Jepang, Perancis, Amerika, dan Jerman. Dikarenakan mahalunya pembuatan rel magnetik, di dunia pada tahun 2015 hanya ada dua jalur Maglev yang dibuka untuk transportasi umum, yaitu Shanghai Transrapid di Tiongkok dan Linimo di Jepang.

Penggunaan Magnet Dalam Kehidupan Sehari-Hari

Magnet dapat ditemukan dan digunakan dalam kehidupan sehari-hari antara lain

1. Jarum kompas adalah dari magnet permanen.



2. Pintu kulkas memiliki magnet permanen agar selalu tertutup.
3. Kartu ATM dan kartu kredit memiliki jalur magnet yang berisi informasi.



4. TV dan monitor komputer menggunakan elektromagnetik untuk menghasilkan gambar.



5. Mikrofon dan speaker menggunakan kombinasi magnet permanen dan elektromagnetik.

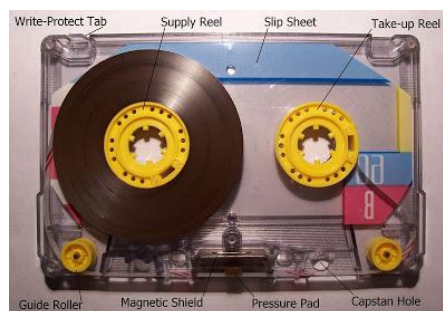


Pergerakan penarikan dan penolakan menggerakkan kon, yang menghasilkan suara. Kebanyakan speaker tergantung kepada teknologi ini, tetapi ada juga yang menggunakan konsep yang berbeda. Mikrofon standar berbasis kepada konsep yang sama, tetapi menyongsang. Mikrofon memiliki kon atau selaput yang terlekat pada gelungan kabel. Gelung itu terletak dalam magnet berbentuk khusus. Bila suara mengetarkan selaput maka gelung itu turut bergetar dan menghasilkan voltage saat ia melalui medan magnet. Voltage dalam kabel ini adalah sinyal listrik yang mewakili suara asal.

6. Media rekaman magnetik: Tape VHS biasa mengandung golongan tape bermagnet. Informasi yang memproduksi video dan suara dikodekan pada lapisan bermagnet pada tape.



7. Kaset audio kompak mengandung magnet untuk menghasilkan audio.



8. Motor listrik dan generator: Motor listrik (seperti speaker) tergantung pada kombinasi elektromagnet dan magnet permanen, dan seperti speaker, mengganti energi listrik ke energi mekanis. Generator bertindak merubah energi mekanis ke energi listrik.



9. Transformator/trafo. Transformator merupakan perangkat yang mengkonversi energi listrik antara dua perangkat yang terpisah menggunakan listrik melalui konektor magnet.

D. AKTIVITAS PEMBELAJARAN

Materi dalam modul ini dirancang untuk dipelajari baik dengan fasilitasi dari fasilitator maupun secara mandiri. Kegiatan pembelajaran yang dapat dilaksanakan untuk mempelajari modul ini adalah sebagai berikut.

1. Mulailah dengan membaca bagian pengantar modul, tujuan, dan indikator pembelajaran. Tujuan menjelaskan manfaat mempelajari modul untuk melaksanakan tugas sebagai guru. Indikator pembelajaran menjelaskan target yang harus dicapai yang akan menjadi arah pada saat mempelajari modul.
2. Pelajari bagian aktivitas pembelajaran agar tahu apa yang harus dipelajari dan target kegiatan.
3. Pelajari bagian uraian materi dipandu oleh lembar kerja (LK) yang sesuai.
4. Kerjakan seluruh kegiatan dalam LK.
5. Jika memungkinkan, tugas rangkuman dalam LK buatlah dalam bentuk bagan, diagram, tabel atau bentuk lainnya agar lebih mudah dipelajari ulang.

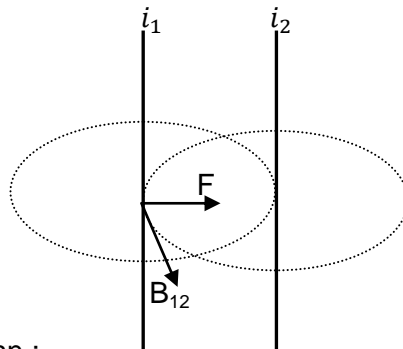


6. Periksa bagian kunci jawaban untuk mengecek kesesuaian hasil kegiatan yang sudah dilaksanakan. Hasilnya akan menjadi acuan untuk umpan balik dan menentukan langkah selanjutnya. Pelajari bagian umpan balik untuk mengecek batas untuk menentukan apakah perlu mengulang atau melanjutkan.

E. LATIHAN SOAL & TUGAS

Latihan Soal :

1. Tentukan gaya magnet antara dua kawat berarus sejajar seperti pada gambar berikut :



Penyelesaian :

Induksi magnetik yang dihasilkan oleh kawat I di titik-titik pada kawat II adalah :

$$B_{21} = \frac{\mu_0 i_1}{2\pi d} \text{ dan sebaliknya } B_{12} = \frac{\mu_0 i_2}{2\pi d}$$

Besar gaya tarik atau gaya tolak dua kawat sejajar yang dialiri arus masing-masing i_1 dan i_2 dan terpisah pada jarak d adalah :

$$F = \frac{\mu i_1 i_2 l}{2\pi d}$$

Besar gaya persatuan panjang pada masing-masing kawat adalah :

$$\frac{F}{l} = \frac{\mu i_1 i_2}{2\pi d}$$

2. Suatu toroida dengan 300 lilitan/m dialiri arus 5A, jika ruang di dalam toroida diisi dengan besi yang mempunyai permeabilitas magnetik sebesar $5000 \mu_0$. Hitunglah H , B , dan M di dalam besi tersebut.

Penyelesaian :

Bila di dalam kumparan tidak terdapat besi, maka induksi magnetik B di dalam kumparan adalah $B = \mu_0 \cdot n \cdot i$, dengan adanya besi permeabilitas μ_0 berubah menjadi μ , sehingga :

$$B = \mu_0 \cdot n \cdot i = 5000\mu_0 \cdot n \cdot i = 5000 \cdot 4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 300 \cdot 5 = 9,43 \text{ T}$$

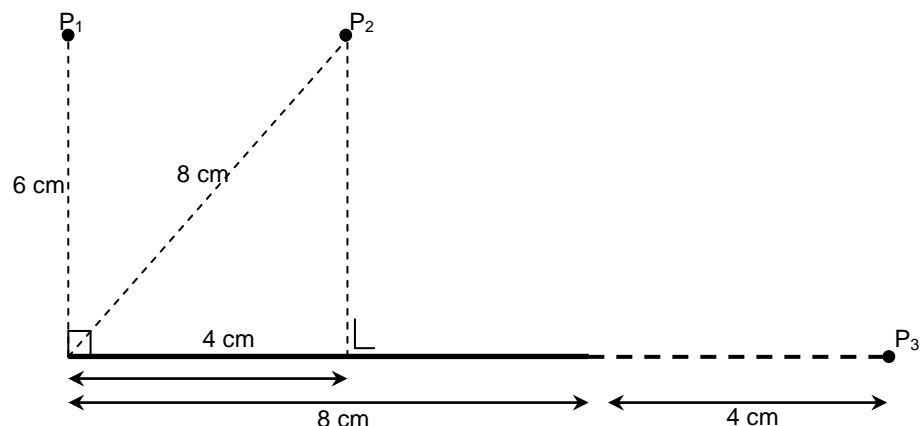
Dari hasil tersebut terlihat bahwa dengan adanya besi dengan $\mu = 5000\mu_0$, B menjadi 5000 kali semula. Selanjutnya :

$$H = \frac{B}{\mu} = n \cdot i = 1500 \frac{\text{A}}{\text{m}}$$

$$M = \frac{B}{\mu_0} - H = \left(\frac{\mu}{\mu_0} - 1 \right) \cdot H = 5000H = 5000 \times 1500 \text{ A/m} = 7,5 \times 10^6 \text{ A/m}$$

Tugas

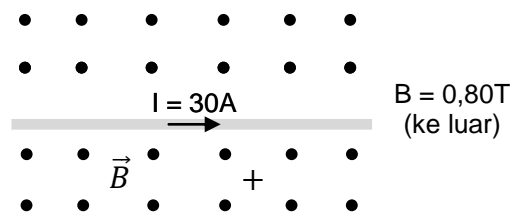
1. Hitunglah besar induksi magnetik di titik P_1 , P_2 , dan P_3 yang ditimbulkan oleh sepotong kawat berarus seperti pada gambar di bawah, jika $i = 10 \text{ A}$!



2. Suatu kawat lurus yang sangat panjang dengan jari-jari penampang a diberi selubung silinder penghantar yang tipis yang satu sumbu dengan kawat dengan jari-jari b . Jika $a = 0,5 \text{ cm}$, $b = 1,5 \text{ cm}$, kawat maupun selubung silinder dialiri arus serbasama dengan arus total 10 A , tetapi arahnya berlawanan, tentukan besar induksi magnetik di titik yang berjarak :
 - a. 4 mm ke sumbu kawat
 - b. 1 cm ke sumbu kawat, dan
 - c. 2 cm ke sumbu kawat



3. Pada gambar berikut, medan magnet ke arah atas keluar halaman dan $B = 0,80\text{T}$. Kawat yang tampak mengalirkan arus 30A . Tentukan besar dan arah gaya pada kawat sepanjang $5,0\text{cm}$.



4. Sebuah proton memasuki medan magnet dengan induksi magnetik $1,5\text{ Wb/m}^2$ dengan kecepatan $2,0 \times 10^7\text{ m/s}$ pada sudut 30° terhadap medan. Hitung besar gaya pada proton.

F. RANGKUMAN

Medan magnet (\vec{B}) terdapat di dalam suatu daerah dalam ruang jika suatu muatan yang bergerak melalui daerah tersebut mengalami suatu gaya akibat geraknya. Seringkali sebuah medan magnet diketahui melalui pengaruhnya terhadap jarum kompas, jarum kompas mengarah sejajar arah medan magnet. Sebuah medan magnet dapat digambarkan dengan menggunakan garis-garis, dimana \vec{B} adalah tangensial dimana saja. Suatu GGL Induksi selalu memiliki arah yang berlawanan dengan perubahan dalam fluks magnetik yang menghasilkannya.

G. UMPAN BALIK DAN TINDAK LANJUT

Setelah menyelesaikan soal latihan ini, Anda dapat memperkirakan tingkat keberhasilan Anda dengan melihat kunci/rambu-rambu jawaban yang terdapat pada bagian akhir modul ini. Jika Anda memperkirakan bahwa pencapaian Anda sudah melebihi 85%, silahkan Anda terus mempelajari Kegiatan Pembelajaran berikutnya, namun jika Anda menganggap pencapaian Anda masih kurang dari 85%, sebaiknya Anda ulangi kembali mempelajari Kegiatan Pembelajaran ini.



H. KUNCI JAWABAN

1. $B(P_1) = 4/3 \times 10^{-5} \text{ T}$
 $B(P_2) = 1/12 \times 10^{-3} \text{ T}$
 $B(P_3) = 0$

Petunjuk :

Untuk menghitung induksi magnetik di P1 dan P2 gunakan persamaan

$$\vec{B}(P) = \frac{\mu_0 i}{4\pi a} (\cos \theta_1 - \cos \theta_2)$$

Dengan menentukan terlebih dahulu $\cos \theta_1$ dan $\cos \theta_2$ (perhatikan arah pengukuran θ)

2. (a) $B = 0,32 \times 10^{-4} \text{ T}$
 (b) $B = 2 \times 10^{-4} \text{ T}$
 (c) $B = 0$

Petunjuk :

- (a) Gunakan persamaan $\oint \vec{B} \cdot d\vec{s} = \mu_0 i_{in}$
- (b) Gunakan persamaan $B = \frac{\mu_0 N i}{2\pi r}$
- (c) Gunakan Hukum Ampere dan tunjukkan bahwa $I_{in} = 0$

3. Kita mengetahui bahwa :

$$\Delta F_M = I(\Delta L)B \sin \theta = (30 \text{ A})(0,050 \text{ m})(0,80 \text{ T})(1) = 1,2 \text{ N}$$

Dengan menggunakan aturan tangan kanan, gaya tersebut tegak lurus terhadap kawat dan medan dan diarahkan menuju ke bawah.

4. $F_M = qvB \sin \theta = (1,6 \times 10^{-19})(2,0 \times 10^7)(1,5) \sin 30^\circ = 2,4 \times 10^{-12} \text{ N}$



KEGIATAN PEMBELAJARAN 3

LISTRIK

Pendahuluan

Konsep listrik merupakan salah satu konsep yang dipelajari di mata pelajaran IPA SMP. Listrik ini mempunyai peran yang sangat penting dalam kehidupan manusia. Keberadaan listrik sangat dekat, mulai dari kehidupan rumah tangga, sampai ke sektor industri besar. Oleh karena itu, pemahaman konsep listrik oleh guru IPA sangat penting agar dapat membelajarkannya dengan tepat kepada siswa.

Dalam rangka meningkatkan pemahaman konsep listrik kepada guru IPA SMP, dibuatlah modul ini. Di dalam modul ini dijelaskan konsep muatan listrik dan struktur atom, muatan dan arus listrik, proses pemuatan muatan, Hukum Coulomb, medan listrik, dan potensial serta beda potensial. Konsep-konsep yang disajikan tersebut berupa konsep-konsep esensial. Selain itu, di dalam modul ini dilengkapi berbagai kegiatan agar guru memahami konsep yang disajikan. Materi ini juga aplikatif untuk guru sendiri sehingga mereka dapat menerapkannya dalam pembelajaran di sekolah.

A. Tujuan

Memahami konsep-konsep, hukum-hukum, dan teori-teori fisika meliputi Listrik Statis, muatan listrik dan struktur atom, muatan dan arus listrik, proses pemuatan muatan, hukum Coulomb, Medan listrik, potensial listrik dan beda potensial.



B. Indikator Ketercapaian Kompetensi

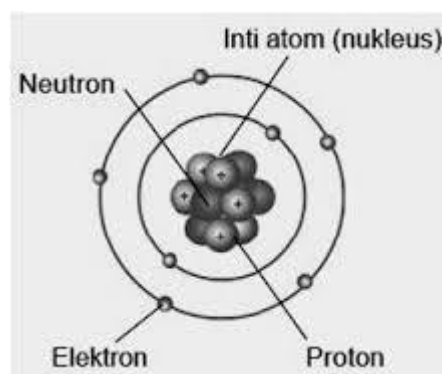
Setelah mengikuti dan membaca materi listrik statis ini peserta dapat;

1. Menjelaskan struktur atom;
2. Menjelaskan muatan listrik;
3. Mengidentifikasi adanya muatan listrik;
4. Menjelaskan hubungan muatan dan arus listrik;
5. Menjelaskan proses pemuatan;
6. Menggunakan hukum coulomb;
7. Mengidentifikasi medan listrik;
8. Menjelaskan potensial listrik;
9. Menjelaskan beda potensial listrik.

C. Uraian Materi

1. Muatan Listrik dan Struktur Atom

Pembawa sifat dasar kelistrikan adalah Atom. Penyusun atom terdiri dari tiga partikel, yaitu elektron (dijanjikan bermuatan negatif), proton (dijanjikan bermuatan positif) , dan neutron (dijanjikan tidak bermuatan/netral).



Gambar 3.1 Atom

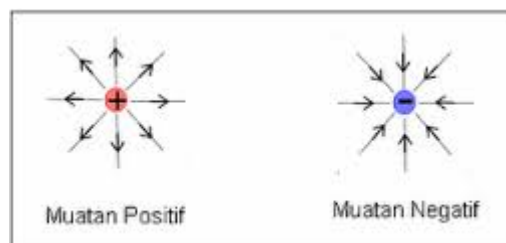
Untuk menentukan ukuran Atom sangatlah tidak mudah; untuk atom kristal padat, biasanya jarak dari satu nukleus ke nukleus lainnya yang berdekatan dijadikan pembanding. Sedangkan untuk yang bukan kristal

padat, metode lain digunakan untuk menentukan ukuran atomnya, termasuk dengan kalkulasi teoritis. Sebagai gambaran ukuran atom hidrogen diestimasi mendekati $1,2 \times 10^{-10}$ m. Sedangkan ukuran proton $0,87 \times 10^{-15}$ m, jadi rasio ukuran antara atom hidrogen dan nukleus-nya sebesar 100000.

Dengan catatan: ukuran atom berbeda-beda, besar kecilnya ukuran atom bergantung pada kuat atau lemahnya gaya tarik yang terjadi antara kulit atom dengan intinya. Hal ini disebabkan oleh muatan positif yang kuat akan menarik elektron lebih kuat sehingga ukurannya akan lebih kecil.

Antara nukleus yang berisi proton dan neutron dengan kulit atom yang tersusun dari elektron berupa ruang kosong.

Disepakati bahwa benda yang bermuatan memiliki garis gaya, arah garis gayanya bergantung pada jenis muatannya. Positif arah garis gayanya keluar dari muatan, dan negatif arah garis gayanya menuju ke arah muatan. Hal tersebut digambarkan seperti berikut ini:



Gambar 3.2 Arah garis gaya muatan listrik

2. Muatan dan Arus Listrik

Partikel-partikel penyusun Atom elektron, proton, dan neutron masing-masing memiliki muatan dan massa. Elektron besar muatannya $-1,6 \times 10^{-19}$ C dan bermassa $9,1 \times 10^{-31}$ kg, sedangkan proton bermuatan $+1,6 \times 10^{-19}$ C bermassa $1,673 \times 10^{-27}$ kg dan neutron tidak bermuatan tetapi bermassa sebesar $1,675 \times 10^{-27}$ kg.

Sehingga tampak sekali massa atom itu sangat dipengaruhi oleh massa Inti atom (nukleus).



3. Proses Pemuatan Muatan

Pada suatu keadaan tertentu sebuah atom mungkin bisa kehilangan satu atau lebih elektron sehingga atom tersebut disebut bermuatan/ion positif atau mungkin juga mendapatkan satu atau lebih elektron sehingga disebutnya bermuatan/ion negatif.

Banyak padatan terdiri dari ion positif dan negatif dalam bentuk atom atau molekul. Contohnya seperti garam dapur, yang terdiri dari ion natrium positif (Na^+) dan ion klorin negatif (Cl^-). Larutan dari padatan tersebut jika berada dalam air akan mengakibatkan larutan tersebut mengandung ion.

Sedangkan percikan api, api, dan x-ray memiliki kemampuan untuk mengionisasi gas. Suatu gas dapat dipertahankan dalam keadaan terionisasi dengan melewati arus listrik melalui gas tersebut (seperti dalam tabung neon) atau dengan mengarahkan sinar x atau sinar ultraviolet (seperti kejadian di bagian atas atmosfer dari bumi, di mana radiasi berasal dari matahari).

4. Hukum Coulomb

Gaya yang terjadi antar dua muatan dinyatakan oleh hukum Coulomb adalah:

$$F = k \frac{q_1 q_2}{r^2}, \text{ dengan harga } k = 9,0 \times 10^9 \text{ N.m}^2/\text{C}^2$$

Dimana :

F = gaya antar muatan,

k = konstanta diruang hampa,

q = muatan,

r = jarak antara kedua muatan.

Nilai k besarnya bergantung pada *permitivitas* medium antara dua muatan tersebut

$$k = \frac{1}{2\pi\epsilon}$$



Dimana:

k = nilai konstanta diruang,

ϵ = nilai *permitivitas* medium,

Permitivitas adalah nilai yang menunjukkan seberapa besar suatu medium bisa menerima (*permit*) pengaruh medan listrik luar (elektrisasi) (<http://catatan-ap.blogspot.com/>) atau ukuran dari hambatan dalam membentuk medan listrik melalui media.

$$\epsilon_0 \text{ ruang hampa} = 8,85 \times 10^{-12} \text{ C}^2/(\text{N.m}^2).$$

5. Medan listrik

Medan listrik adalah daerah yang didalamnya masih dipengaruhi oleh gaya listrik, ditandai dengan adanya garis gaya listrik di dalam daerah tersebut.

Nilai medan listrik (E) didefinisikan samadegan besarnya gaya yang dialami oleh setiap satu satuan muatan. Sehingga di rumuskan menjadi:

$$E = \frac{F}{q}$$

Dimana:

E = besar medan listrik (N/C) atau V/m.

F = besar gaya listrik yang dialami oleh suatu muatan (N)

q = besar muatan yang dipengaruhi oleh medan listrik (C)

6. Potensial Listrik dan Beda Potensial

Beda potensial (V) yang dimiliki oleh dua titik dalam medan listrik besarnya adalah sebesar usaha yang digunakan untuk memindahkan muatan 1 C dari satu titik ke titik lainnya. Dirumuskan dalam matematis

$$V = \frac{W}{Q}$$

Keterangan:

V = bedapotensial (volt=joule/coulumb)

W = usaha (Joule)

Q = muatan (C)



Beda potensial antara dua titik dalam medan listrik yang homogen E adalah sama dengan beda potensial dari E yang berjarak s antara titik-titik pada garis gaya yang paralel.

D. Aktivitas Pembelajaran

PERCOBAAN MUATAN LISTRIK

1. Tujuan

- Menunjukkan adanya muatan listrik pada suatu benda akibat yang timbul dari sifat muatan
- Memperlihatkan adanya gaya elektrostatis dua buah benda bermuatan

2. Alat dan bahan

- Bola styrofoam 2 buah
- Benang jahit secukupnya
- Lembaran nilon dan wool
- Tas plastik
- Isolasi
- Sisir plastik
- Potongan kertas kecil-kecil

3. Cara kerja

- a. Masing-masing bola styrofoam digantung dengan benang jahit.
- b. Tas plastik digosok dengan kain yang berbahan nilon.
- c. Tas plastik didekatkan pada bola yang tergantung, apa yang terjadi? Mengapa?
- d. Sisir plastik digosok dengan kain wool.
- e. Dekatkan sisir tersebut pada potongan kertas kecil-kecil, apa yang terjadi? Mengapa?
- f. Kedua bola styrofoam saling didekatkan. apa yang terjadi? Mengapa?



- g. Kedua bola styrofoam digosok dengan kain wool, gantungkan kembali kedua bola styrofoam, dekatkan kedua bola. apa yang terjadi? Mengapa?
- h. Lanjutkan kegiatan ke tujuh dengan mengganti-ganti kain penggosok seperti pada tabel.

Bola styrofoam kiri digosok dengan	Bola styrofoam kanan digosok dengan		
	wool	Plastic	Nilon
Wool			
Plastic			
Nilon			

4. Pertanyaan

1. Dengan mengamati tabel di atas, apa yang dapat disimpulkan!
2. Terdapat 4 benda yaitu: A, B, C, dan D. Jika A menarik B, B menarik C, C menarik D. Diketahui A bermuatan negatif maka: apa muatan benda lainnya?
3. Interaksi muatan sejenis adalah tolak menolak dan muatan berlawanan adalah tarik menarik.

E. Latihan/Kasus/Tugas

1. Muatan listrik q ditempatkan pada sebuah benda logam. Bagaimana cara muatan tersebut terdistribusikan sendiri pada benda logam tersebut?
2. Dua buah muatan $A = +5 \times 10^{-7} \text{ C}$ dan $B = -2 \times 10^{-4} \text{ C}$, diletakkan dalam ruang hampa, terjadi reaksi gaya sebesar 100 N. Berapa jarak antara kedua muatan tersebut?
3. Dua buah muatan diletakkan berjarak 20 cm satu sama lain, terjadi gaya antara keduanya sebesar 10^{-5} N . Berapa gaya antar keduanya jika kedua muatan tersebut dijadikan didekatkan menjadi 5 cm? Atau dijauhkan sejauh 100 cm?



F. Rangkuman

Pembawa sifat kelistrikan yang paling dasar adalah Atom. Atom tersusun dari electron yang mengelilingi inti dan inti tersusun dari proton dan netron, dimana electron pembawa sifat muatan negative, proton pembawa sifat positive, dan netron dinyatakan tidak bermuatan.

Jika satu atom kekurangan electron/proton maka atom tersebut dinyatakan bermuatan. Muatan suatu atom bergantung pada perbandingan jumlah electron dengan proton. Jika jumlah elektron lebih banyak dari proton maka disebut bermuatan negative. Jika jumlah electron lebih kecil dari proton maka atom dinyatakan bermuatan positif.

Jika suatu benda padanya terkandung atom bermuatan, maka benda tersebut dinyatakan bermuatan yang muatannya sesuai dengan muatan atom yang ada padanya. Jika benda bermuatan didekatkan akan terjadi reaksi antara keduanya yang besarnya berbanding lurus dengan besar muatan benda dan premitivitas medium antar keduanya, serta berbanding terbalik dengan kuadrat jaraknya.

Medan listrik adalah daerah yang didalamnya masih dipengaruhi oleh gaya listrik, besarnya berbanding lurus dengan gaya yang dialami sebuah benda bermuatan dan berbanding terbalik dengan besar muatan uji yang digunakan untuk mengamati besar medan listrik.

Beda potensial (V) yang dimiliki oleh dua titik dalam sebuah medan listrik adalah besarnya usaha yang digunakan untuk memindahkan muatan 1 C dari satu titik ke titik lainnya.

G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut

Untuk memperdalam pemahaman tentang elektro statis ini saudara dapat membuka alamat web <https://phet.colorado.edu/in/>

KEGIATAN PEMBELAJARAN 4

HAMBATAN DAN ARUS LISTRIK

Pendahuluan

Konsep listrik merupakan salah satu konsep yang dipelajari di mata pelajaran IPA SMP. Listrik ini mempunyai peran yang sangat penting dalam kehidupan manusia. Keberadaan listrik sangat dekat, mulai dari kehidupan rumah tangga, sampai ke sektor industri besar. Oleh karena itu, pemahaman konsep listrik oleh guru IPA sangat penting agar dapat membelajarkannya dengan tepat kepada siswa.

Dalam rangka meningkatkan pemahaman konsep listrik kepada guru IPA SMP, dibuatlah modul ini. Di dalam modul ini dijelaskan konsep arus listrik dan hambatan yang meliputi hambatan jenis, transmisi daya, rangkaian kombinasi resistor, sumber energi listrik, upaya hemat energi listrik, dan pemanfaatan teknologi listrik. Konsep-konsep yang disajikan tersebut berupa konsep-konsep esensial. Selain itu, di dalam modul ini dilengkapi berbagai kegiatan agar guru memahami konsep yang disajikan. Materi ini juga aplikatif untuk guru sendiri sehingga mereka dapat menerapkannya dalam pembelajaran di sekolah.

A. Tujuan

Memahami konsep dasar listrik dinamis, serta aplikasinya dalam kehidupan sehari-hari

B. Indikator Ketercapaian Kompetensi

1. Menjelaskan karakteristik rangkaian listrik
2. Membedakan rangkaian listrik seri dan paralel



3. Menjelaskan proses transmisi energi listrik
4. Menjelaskan sumber-sumber energi listrik alternatif
5. Menjelaskan upaya-upaya hemat listrik
6. Menjelaskan penggunaan teknologi listrik di lingkungan sekitar.

C. Uraian Materi

1. Arus Listrik

Perpindahan muatan listrik biasa disebut arus listrik. Arus listrik mengalir dijanjikan dari potensial tinggi ke potensial rendah atau kalau pada baterai dari kutub positif ke kutub negatif, sedangkan kita tahu bahwa elektron bergerak dari yang kaya elektron ke yang kekurangan elektron atau kaau dalam baterai dari kutub negatif ke kutub positif.

Listrik bergerak pada benda yang bersifat konduktor baik yang berupa benda padat, cair, ataupun gas/plasma. Hal tersebut terjadi karena konduktor adalah benda yang kaya electron bebas, sehingga mudah untuk menghantarkan listrik. Sedang benda yang hanya pada arah-arrah tertentu dapat menghantarkan arus listrik disebut semikonduktor. Benda yang sulit untuk menghantarkan listrik disebut isolator.

Ukuran besarnya arus litrik adalah banyaknya muatan yang mengalir setiap satu satuan waktu.

$$I = q/t$$

Keterangan:

I = besarnya arus listrik,(amper)

q = banyaknya muatan yang mengalir,(coulomb).

t = waktu (detik)

Kita juga mengenal dalam hukum ohm yang menyatakan bahwa besarnya arus listrik yang mengalir pada suatu rangkaian/konduktor berbanding lurus terhadap beda potensial antar kedua ujung



rangkaian/konduktor dan berbanding terbalik dengan hambatan yang dimiliki rangkaian/konduktor tersebut.

$$I = V/R$$

Keterangan:

I = besarnya arus listrik (amper),

V = besarnya beda potensial (volt),

R = besarnya nilai hambatan rangkaian/konduktor yang dilewati (ohm).

2. Hambatan

Besar nilai suatu hambatan sebuah kawat yang listrik bergantung pada bahan kawat yang digunakan, panjang kawat, dan luas penampang kawatnya.

$$R = \rho \frac{L}{A}$$

Sedangkan nilai ukuran kawat juga dipengaruhi oleh suhu yang dimiliki kawat tersebut.

$$\Delta R = \alpha R \Delta T$$

dimana:

R = besarnya hambatan suatu kawat (ohm).

ρ = (rho) hambatan jenis kawat (ohm.m).

L = panjang kawat (m).

A = luas penampang kawat (m²).

α = (alpha) koefisien temperatur kawat.

Δ = (delta) perubahan

T = Suhu (K)

Jadi faktor-faktor yang mempengaruhi nilai hambatan listrik pada suatu penghantar ada 4, yaitu :

1. Jenis penghantar
2. Luas penampang penghantar
3. Suhu penghantar
4. Panjang penghantar



3. Hambatan Jenis (ρ)

Hambatan jenis suatu kawat nilainya bergantung pada bahan kawat.

Perhatikan table dibawah ini:

Tabel 4.1 hambatan jenis bahan konduktor, semi konduktor, dan isolator

Bahan	Hambatan Jenis ρ (Ωm)
Konduktor	
Perak	$1,59 \times 10^{-8}$
Tembaga	$1,68 \times 10^{-8}$
Emas	$2,44 \times 10^{-8}$
Aluminium	$2,65 \times 10^{-8}$
Tungsten	$5,60 \times 10^{-8}$
Besi	$9,71 \times 10^{-8}$
Platina	$10,6 \times 10^{-8}$
Air raksa	98×10^{-8}
Nikrom (logam campuran Ni, Fe, Cr)	100×10^{-8}
Semikonduktor	
Karbon (grafit)	$(3-60) \times 10^{-5}$
Germanium	$(1-500) \times 10^{-3}$
Silikon	0,1 - 60
Isolator	
Kaca	$10^9 - 10^{12}$
Karet padatan	$10^{13} - 10^{15}$

Setiap bahan kawat memiliki karakteristik tertentu, sehingga untuk membedakannya dapat dilihat dari nilai hambatan jenisnya. Kawat biasanya terbuat dari logam, mengapa?

Logam memiliki sedikit elektron valensi dan memiliki elektronegativitas yang rendah. Semua jenis logam cenderung melepaskan elektron terluarnya sehingga membentuk ion-ion positif/atom-atom positif/kation logam. Kulit terluar unsur logam relatif longgar (terdapat banyak tempat kosong) sehingga elektron terdelokalisasi, yaitu suatu keadaan dimana elektron valensi tidak tetap posisinya pada suatu atom, tetapi senantiasa berpindah pindah dari satu atom ke atom lainnya.

Logam adalah kelompok unsur-unsur dalam tabel periodik yang memiliki ikatan logam sehingga merupakan konduktor listrik dan panas yang baik. Logam memiliki energi ionisasi yang rendah dan keelektronegatifan yang kecil sehingga mudah membentuk ion positif (bertindak sebagai kation).



Pada logam, elektron-elektron yang menyebabkan terjadinya ikatan di antara atom-atom logam tidak hanya menjadi milik sepasang atom saja, tetapi menjadi milik semua atom logam, sehingga elektron-elektron dapat bergerak bebas. Elektron valensi logam bergerak dengan sangat cepat mengitari intinya dan berbaur dengan elektron valensi yang lain dalam ikatan logam tersebut sehingga menyerupai “awan” atau “lautan” yang membungkus ion-ion positif di dalamnya. Hal ini yang menyebabkan munculnya sifat daya hantar listrik pada logam. Jarak antar atom dalam ikatan logam tetap sama, jika ada atom yang bergerak menjauh maka gaya tarik menarik akan “menariknya” kembali ke posisi semula. Demikian pula jika atom mendekat kesalah satu atom maka akan ada gaya tolak antar inti atom.

Daya hantar listrik logam dapat diterangkan berdasarkan model awan elektron, teori ikatan valensi dan teori orbital molekul.

Berdasarkan model awan elektron, logam dapat menghantarkan arus listrik karena adanya awan elektron. awan elektron ini bersifat dapat bergerak aktif sehingga apabila logam diberi beda potensial akan terjadi hantaran listrik.

Berdasarkan teori ikatan valensi, logam dapat menghantarkan arus listrik karena elektron valensi dari atom-atom logam yang dapat terdelokalisasi pada semua atom-atom dalam kristal logam. elektron yang terdelokalisasi ini bersifat dapat bergerak aktif sehingga apabila pada logam diberi beda potensial akan terjadi hantaran listrik.

Berdasarkan teori orbital molekul atau teori pita energi logam dapat menghantarkan arus listrik karena adanya elektron-elektron yang terdapat pita energi yang belum terisi penuh. elektron-elektron yang terdapat pada pita energi yang belum terisi penuh tersebut dianggap dapat bergerak bebas sehingga apabila pada logam diberi beda potensial akan terjadi hantaran listrik.

Demikian sifat dari setiap unsur logam membawa sifat daya hantar bahan suatu kawat.



4. Transmisi Daya

Transmisi daya listrik merupakan proses penyaluran tenaga listrik dari suatu, misalkan tempat ke tempat lainnya pembangkit tenaga listrik (Power Plant) hingga Saluran distribusi listrik (substation distribution) yang biasa disebut gardu induk, dari gardu induk ke jaringan tegangan menengah, sehingga dapat disalurkan sampai pada konsumen pengguna listrik.

a. Pusat Pembangkit Listrik (*Power Plant*)

Yaitu tempat energi listrik pertama kali dibangkitkan, dimana terdapat turbin sebagai penggerak mula (*Prime Mover*) dan generator yang membangkitkan listrik.



Gambar 4.1 Pusat pembangkit listrik

b. Gardu Distribusi (*Substation Distribution*)



Gambar 4.2 Gardu distribusi induk



c. Sistem Distribusi

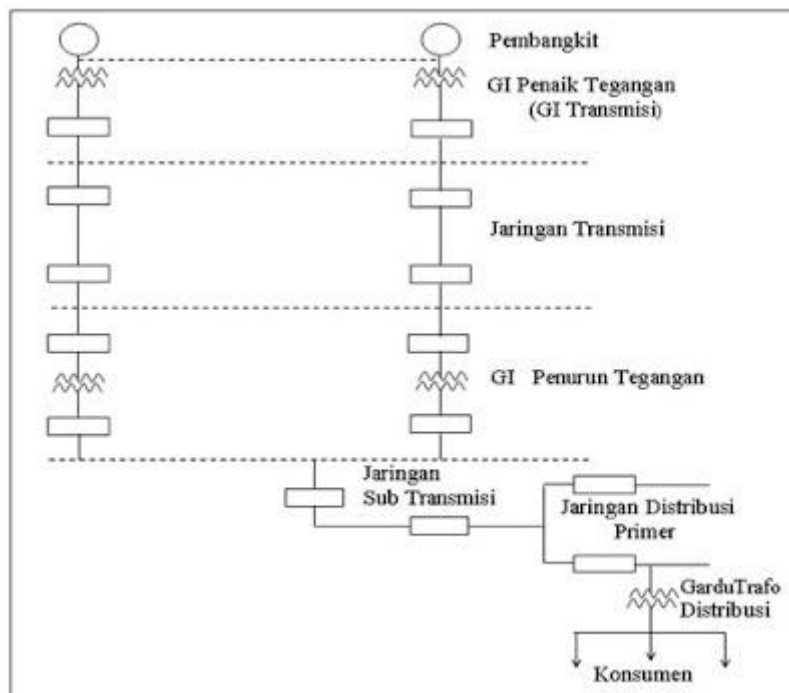
Merupakan subsistem tersendiri yang terdiri dari: Pusat Pengatur (Distribution Control Center - DCC). Saluran tegangan menengah (6KV dan 20KV yang juga biasa disebut tegangan distribusi primer) yang merupakan saluran udara atau kabel tanah, gardu distribusi tegangan menengah yang terdiri dari panel-panel pengatur tegangan menengah dan trafo sampai dengan panel-panel distribusi tegangan rendah (380V, 220V) yang menghasilkan tegangan kerja/ tegangan jala-jala untuk industri dan konsumen.



Gambar 4.3 Gardu distribusi tegangan menengah ke tegangan rendah

d. Beban

Merupakan pengguna/konsumer Listrik. Dalam diagramnya dapat digambarkan sebagai berikut:



Gambar 4.4 bagan sistem kelistrikan dari sumber sampai ke konsumen

Keterangan:

- Terdiri dari stasiun pembangkit (generating station)
- Transmission substation menyediakan servis untuk merubah dalam menaikkan dan menurunkan tegangan pada saluran tegangan yang ditransmisikan serta meliputi regulasi tegangan.
- Percabangan hubungan antar substation (interconnecting substation) untuk pasokan tenaga listrik yang berbeda untuk keperluan pengguna konsumen.
- Distribution Substation, pada bagian ini merubah tegangan aliran listrik dari tegangan medium menjadi tegangan rendah dengan transformator step-down, step down, dimana memiliki tap otomatis dan memiliki kemampuan untuk regulator tegangan rendah.

Penjelasan:

1. Tegangan Transmisi

- Tegangan generator dinaikkan ke tingkat yang dipakai untuk transmisi yaitu antara 11 kV d 765 kV.



- b. Tegangan extra-tinggi (Extra High Voltage – EHV) : 345 500 dan 765 kV.
- c. Tegangan tinggi standar (High Voltage-HV standard) :115kV, 138kV, dan 230kV
- d. Untuk sistem distribusi, menggunakan tegangan menengah yaitu antara 2,4kV dan 69kV.
- e. Di konsumen umumnya tegangan menjadi antara 120V dan 69kV dan untuk tegangan rendah yaitu antara 120V sampai 600V.

Ketentuan dasar sistem tenaga listrik dalam melayani konsumen:

- a. Menyediakan setiap waktu dalam artian tenaga listrik harus selalu ada untuk keperluan konsumen.
- b. Menjaga kestabilan nilai tegangan, dengan toleransi maksimal yang diberikan $\pm 10\%$
- c. Menjaga kestabilan frekwuensi, dengan toleransai maksimum $\pm 0,1$ Hz
- d. Harga yang tidak mahal (efisien)
- e. Standar keamanan
- f. Respek terhadap lingkungan

Komponen yang diperlukan dalam membuat Transmisi Listrik.

Saluran transmisi Tenaga Listrik terdiri atas:

- a. Konduktor
- b. Isolator
- c. Tiang Penyangga/Tower

2. Konduktor

- Kawat konduktor ini digunakan untuk menghantarkan listrik yang ditransmisikan.
- Kawat konduktor untuk saluran transmisi tegangan tinggi ini selalu tanpa pelindung/isolasi, hanya menggunakan isolasi udara.
- Jenis Konduktor yang dipakai:
 - Tembaga (Cu)
 - Alumunium (Al)



- Baja (*steel*)
- Jenis yang sering dipakai adalah jenis alumunium dengan campuran baja.
- Jenis-jenis penghantar Aluminium
- AAC (*All-Alumunium Conductor*), yaitu kawat penghantar yang seluruhnya terbuat dari alumunium.
- AAAC (*All-Alumunium-Alloy Conductor*), yaitu kawat penghantar yang seluruhnya terbuat dari campuran
- alumunium
- ACSR (*Alumunium Conductor Steel-Reinforced*) Conductor, Steel-Reinforced), yaitu kawat penghantar
- Alumunium berinti kawat baja.
- ACAR (*Alumunium Conductor, Alloy-Reinforced*), yaitu kawat penghantar alumunium yang di perkuat dengan logam campuran.
- Jenis yang sering digunakan adalah ACSR.

3. Isolator

Isolator pada sistem transmisi tenaga listrik disini berfungsi untuk menahan bagian konduktor terhadap ground. Isolator disini bisanya terbuat dari bahan porseline, tetapi bahan gelas dan bahan isolasi sintetik juga sering digunakan disini. Bahan isolator harus memiliki resistansi yang tinggi untuk melindungi kebocoran arus dan memiliki ketebalan yang secukupnya (sesuai standar) untuk mencegah breakdown pada tekanan listrik tegangan tinggi sebagai pertahanan fungsi isolasi tersebut. Kondisi nya harus kuat terhadap guncangan apapun dan beban konduktor.

Jenis isolator yang sering digunakan pada saluran transmisi adalah jenis porselin atau gelas. Menurut penggunaan dan konstruksinya, isolator diklasifikasikan menjadi:

- a. isolator jenis pasak
- b. isolator jenis pos-saluran
- c. isolator jenis gantung

Isolator jenis pasak dan isolator jenis pos-saluran digunakan pada saluran transmisi dengan tagangan kerja relatif rendah (kurang dari 22-33kV), sedangkan isolator jenis gantung dapat digandeng menjadi rentengan rangkaian isolator yang jumlahnya dapat disesuaikan dengan kebutuhan.



Gambar 4.5 macam-macam isolator

4. Infrastruktur Lainnya untuk Transmisi Listrik

Tiang Penyangga Saluran transmisi dapat berupa saluran udara dan saluran bawah tanah, namun pada umumnya berupa saluran udara. Energi listrik yang disalurkan lewat saluran transmisi udara pada umumnya menggunakan kawat telanjang sehingga mengandalkan udara sebagai media antar isolasi antar kawat penghantar. Dan untuk menyanggah/merentangkan kawat penghantar dengan ketinggian dan jarak yang aman bagi manusia dan lingkungan sekitarnya, kawat-kawat penghantar tersebut dipasang pada suatu konstruksi bangunan yang kokoh, yang biasa disebut menara/tower. Antar menara/tower listrik dan kawat penghantar disekat oleh isolator.



Saluran Kabel bawah laut, ini merupakan saluran listrik yang melewati medium bawah air (laut) karena transmisi antar pulau yang jaraknya dipisahkan oleh lautan.

5. Konstruksi Saluran Transmisi

Berdasarkan pemasangannya saluran transmisi dibagi menjadi pemasangannya, dua kategori, yaitu :

- a. Saluran Udara (*Overhead Lines*) saluran transmisi yang menyalurkan energi listrik melalui kawat-kawat yang digantung pada isolator antara menara atau tiang transmisi.



Gambar 4.6 Saluran listrik udara

- b. Saluran kabel bawah tanah (*underground cable*), saluran transmisi yang menyalurkan energi listrik melalui kabel yang dipendam didalam tanah.



Gambar 4.7 Saluran listrik bawah tanah

- c. Saluran bawah Laut Saluran transmisi listrik yang di bangun di dalam laut.



Gambar 4.8 Saluran listrik bawah laut

6. Jenis-Jenis Tower

Menurut bentuk konstruksinya jenis-jenis tower dibagi atas macam 4 yaitu:

- Lattice tower*
- Tubular steel pole*



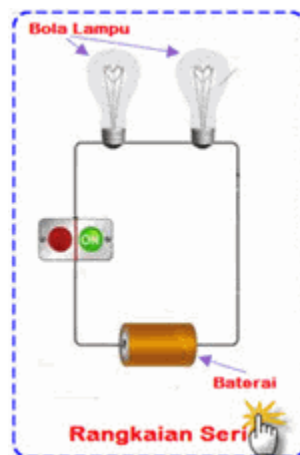
- c. *Concrete pole*
- d. *Wooden pole*

5. Rangkaian Kombinasi Resistor

a. Macam-macam jenis rangkaian listrik:

1. Rangkaian Seri

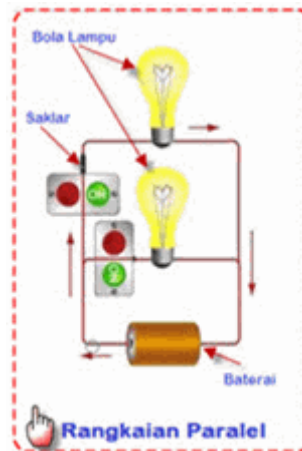
Rangkaian seri terbentuk jika dua buah bola lampu atau lebih dihubungkan secara berderet. Demikian pula dengan sumber tegangan juga dihubungkan secara berderet. Pada rangkaian seri apabila salah satu lampu diputuskan (mati) maka lampu yang lain juga akan mati.



Gambar 4.9 rangkaian seri

2. Rangkaian Paralel

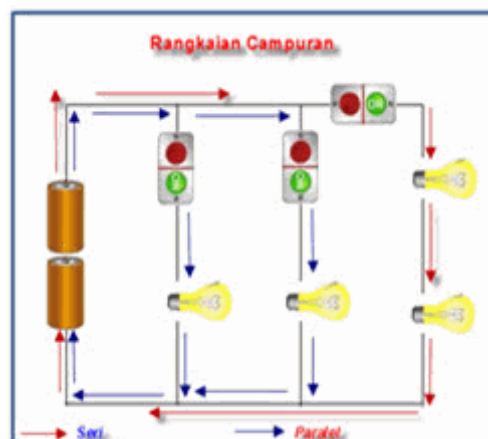
Rangkaian paralel terbentuk jika dua buah bola lampu atau lebih dihubungkan secara berjajar. Kutub lampu sejenis dihubungkan ke kutub baterai yang sama. Pada rangkaian paralel jika salah satu lampu diputuskan (mati), lampu yang lainnya tetap menyala. Hal ini terjadi karena lampu yang lain masih terhubung dengan sumber arus listrik.



Gambar 4.10 Rangkaian paralel

3. Rangkaian Campuran

Rangkaian campuran merupakan gabungan dari rangkaian seri dan rangkaian paralel. Keuntungan rangkaian seri adalah hemat kabel, dan rangkaiannya sederhana sehingga membuatnya pun mudah. Kerugiannya pada saat satu lampu mati, yang lain juga mati. Begitu juga pada nyala lampunya, tidak terang (redup). Energinya juga boros, karena digambarkan $1R+1R+1R$. Sementara rangkaian paralel adalah $1/R+1/R+1/R$. Sementara keuntungan dan kerugian rangkaian paralel adalah kebalikan dari kerugian dan keuntungan seri. Sedang yang disebut rangkaian rumit adalah rangkaian gabungan antara paralel dan seri. Contohnya adalah lampu di rumah.



Gambar 4.11 Rangkaian campura (seri-paralel)



Selain lampu listrik, banyak benda lain menggunakan energi listrik, misalnya lemari es, mesin cuci, hingga mesin-mesin yang digunakan di pabrik-pabrik besar. Di antara benda-benda yang menggunakan energi listrik tersebut, ada benda-benda yang harus diimpor, misalnya berbagai mesin di pabrik-pabrik besar. Kebanyakan benda berteknologi tinggi masih harus kita impor dari luar negeri karena kita belum dapat memproduksinya sendiri. Kelak, jika kemampuan sumber daya manusia Indonesia meningkat, tentu kita dapat memproduksi benda-benda itu juga. Bahkan, saat itu kita juga dapat mengekspornya ke negara lain.

6. Sumber-Sumber Energi Listrik

Sumber Energi Listrik - Listrik merupakan salah satu hal yang tidak dapat dipisahkan dari kehidupan sehari-hari manusia zaman sekarang karena hampir semua peralatan yang menunjang aktivitas manusia menggunakan listrik sebagai dayanya. contohnya kipas angin, televisi, cas handphone, mesin cuci, komputer dan masih banyak lainnya yang tidak bisa disebutkan semuanya disini. Energi listrik adalah energi yang berasal dari muatan listrik yang menyebabkan medan listrik statis atau gerakan elektron dalam konduktor (pengantar listrik) atau ion (positif atau negatif) dalam zat cair atau gas. Energi listrik dinamis dapat diubah menjadi energi lain dengan tiga komponen dasar, sesuai dengan sifat arus listriknya.

Energi ini bisa dihasilkan oleh sumber energi yang menghasilkan listrik, Berikut ini adalah contoh sumber energi listrik.

1. Nuklir

Merupakan Sumber energi listrik yang paling efisien karena dengan sedikit bahan mampu menghasilkan energi listrik yang sangat besar, tetapi nuklir mempunyai efek yang sangat berbahaya bagi kehidupan di bumi karena jika terjadi kebocoran pada area reaktornya akan menimbulkan bencana yang menakutkan.



2. Minyak

Merupakan Sumber energi yang banyak digunakan tetapi sumber ini memiliki kekurangan yaitu tidak bisa di perbaharui.

3. Angin

Merupakan salah satu sumber energi alternatif karena jumlahnya yang tidak terbatas, mungkin di masa depan angin akan menjadi salah satu sumber energi primadona.

4. Tenaga Gelombang

Gelombang ada dua jenis yaitu kekuatan ombak dan pasang surut air laut.

5. Batu bara

Sama seperti minyak bumi batu bara juga tidak bisa diperbaharui.

6. Matahari

Surya atau matahari merupakan sumber energi yang tidak terbatas jumlahnya.

7. Air

7. Sumber Energi Listrik

1. Baterai.

Pada ujung baterai terdapat dua buah kutub yaitu kutub positif dan negatif. Jika bungkus bagian luar baterai kita buka akan terlihat lapisan seng, lapisan seng ini berfungsi sebagai kutub negatif. Benda yang berfungsi sebagai kutub positif adalah batang arang yang terdapat di bagian tengah. Batang karbon ini dikelilingi serbuk hitam yang merupakan elektrolit. Elektrolit adalah suatu zat yang larut atau terurai ke dalam bentuk ion-ion dan selanjutnya larutan menjadi konduktor elektrik. Karena elektrolit baterai berupa serbuk, baterai juga sering disebut elemen kering. Pada permukaan luar baterai biasanya terdapat tulisan, misalnya 1,5 volt. Artinya, baterai tersebut



bertegangan listrik sebesar 1,5 volt. Volt merupakan satuan yang digunakan untuk menyatakan tegangan listrik.

2. Akumulator (Aki)

Aki disebut juga elemen basah karena elektrolitnya berupa zat cair (asam sulfat). Aki termasuk sel sekunder, karena selain menghasilkan arus listrik, aki juga dapat diisi arus listrik kembali.

Bagian dalam aki terdiri dari lempengan timbal dan timbal peroksida yang dicelupkan ke dalam larutan asam sulfat. Lempengan timbal tersebut terdiri dari pelat Positif dan pelat Negatif, untuk pelat Positif dibuat dari Timbal Peroksida, Sedangkan pelat Negatif hanya dibuat dari logam timbal. Antara pelat positif dan pelat negatif diberi pemisah supaya tidak bersinggungan yang dapat mengakibatkan hubungan arus pendek. Timbal dan timbal peroksida ini bereaksi dengan asam sulfat, hasil reaksi kimia tersebut menghasilkan listrik.

3. Dinamo

Dinamo biasanya digunakan untuk menyalakan lampu pada sepeda. Dinamo terdiri dari kumparan yang ditempatkan di tengah medan magnet, ketika kepala dynamo bagian yang menempel pada ban sepeda) berputar kumparan tersebut juga ikut berputar. Perputaran kumparan di dalam medan magnet menghasilkan energi listrik. Kecepatan perputaran roda sepeda mempengaruhi besar arus listrik yang dihasilkan. Semakin cepat roda berputar semakin besar energi listrik yang dihasilkan. Jadi dinamo mengubah energi gerak menjadi energi listrik.

4. Generator

Sumber energi listrik yang mengubah energi gerak menjadi energi listrik yang lain adalah generator. Pada generator cara kerjanya hampir sama dengan dinamo, namun energi listrik yang dihasilkan lebih besar. Generator yang besar biasanya digerakkan oleh kincir besar atau turbin. Turbin diputar dengan memanfaatkan tenaga air dari bendungan atau dam.



5. Sel Surya

Matahari merupakan sumber energi yang sangat besar. Energi matahari berupa energi panas dan cahaya. Seiring perkembangan teknologi, energi matahari dapat diubah menjadi energi listrik. Alat yang mampu mengubahnya disebut sel surya. Sel surya dapat dipasang di atap rumah. Sel surya akan menangkap energi matahari dan menyimpannya dalam elemen listrik. Selanjutnya, energi tersebut dapat digunakan untuk menyalakan peralatan listrik. Selain itu, sel surya juga digunakan pada kalkulator dan mobil tenaga surya. Stasiun-stasiun luar angkasa juga memanfaatkan energi matahari.

6. Nuklir

Nuklir merupakan sumber energi yang sangat besar. Energi nuklir dihasilkan dari reaksi atom di dalam sebuah reaktor. Nuklir dapat digunakan sebagai bahan pembuat bom atom. Selain itu, nuklir dapat digunakan sebagai pembangkit listrik. Penggunaan nuklir sebagai sumber energi listrik tidak menimbulkan polusi. Hanya saja, kebocoran nuklir perlu diwaspadai. Kebocoran dapat menyebabkan cacat tubuh, bahkan kematian.

8. Upaya Hemat Energi Listrik

Secara garis besar cara penghematan pemakaian energi dapat dibagi dalam 5 kategori yaitu:

1. Peninjauan ulang sistem teknis dan perbaikan arsitektur bangunan.

Dari hasil studi, statistik dan pengukuran pada sejumlah gedung bertingkat di Jakarta diperoleh fakta bahwa beban listrik untuk AC rata-rata mencapai sekitar 60% dari seluruh pemakaian listrik. Fokus penghematan harus diarahkan pada sistem pendinginan ini, misalnya memilih/mengganti unit AC dengan yang mempunyai EER rendah atau memperbaiki sistem aliran refrigerant agar bisa lebih hemat listrik, dan mengurangi beban pendinginan. Salah satu beban pendinginan yang besar adalah sinar matahari yang langsung masuk ke dalam ruang, terutama antara jam 10 pagi sampai jam 15. Dengan memasang



penghalang sinar matahari pada sisi timur dan barat di luar gedung pada sudut jam 10 dan jam 14, akan bisa sangat mengurangi secara drastis beban pendinginan. Pemasangan vertical blind di dalam gedung tidak ada artinya bagi mesin AC, karena radiasi sinar matahari sudah terlanjur masuk ke dalam ruang dan akan tetap menjadi beban mesin AC.

Perambatan panas matahari melalui dinding dapat dikurangi dengan menambah isolator panas. Isolator panas yang cukup baik adalah udara. Pemakaian dinding dobel dengan jarak antara dinding sekitar 10 cm akan sangat menghambat perambatan panas. Pemakaian batako pres dengan rongga udara di bagian tengah juga bisa mengurangi perambatan panas. Udara dingin yang keluar atau udara panas yang masuk sama-sama memboroskan energi. Dengan melakukan peninjauan ke lapangan, ke setiap ruang, selalu akan dapat diperoleh beberapa lubang kebocoran udara dingin dengan udara panas yang harus segera ditutup. Hasil pengukuran di pintu lobi hotel yang dibiarkan terbuka pada siang hari, dan udara dingin keluar, menunjukkan pemborosan sebesar 5000 watt, yang setara dengan 10 bh rumah rakyat KPR-BTN. Pemasangan pintu tutup otomatis, pintu putar atau alat “air curtain” bisa mengatasi masalah ini.

2. Perbaiki prosedur operasional secara manual.

Beberapa prosedur operasional yang dapat dengan mudah dilaksanakan antara lain: mewajibkan kepada para pemakai gedung untuk selalu mematikan lampu atau AC jika sedang tidak ada orang, mematikan lampu yang dekat jendela kaca pada siang hari, tidak menyalakan pompa pada jam 18-23 karena harga listrik lebih mahal, selalu menutup pintu dan jendela yang memisahkan ruang ber AC dengan yang tidak, selalu memeriksa lampu jalan dan lampu taman yang sering lupa untuk dimatikan pada siang hari. Prosedur operasional yang tampaknya sederhana ini ternyata dalam pelaksanaannya tidaklah semudah seperti yang dikatakan. Diperlukan petunjuk, teguran, pengawasan yang terus menerus dan melibatkan



banyak orang, sampai menjadi suatu kebiasaan atau budaya hemat listrik.

3. Perbaiki prosedur operasional secara otomatis.

Cara seperti nomor 2 di atas masih mudah dan bisa dilaksanakan untuk gedung pendek atau pabrik kecil, dan akan menjadi sulit dilaksanakan untuk gedung 25 lantai atau pabrik lebih besar dari 5000 m². Untuk mengatasi kesulitan ini, telah tersedia banyak jenis sensor dan actuator untuk berbagai keperluan. Sensor level cahaya, sensor pintu sedang terbuka/tertutup, sensor keberadaan seseorang di dalam ruangan, pengatur waktu otomatis, dan lain sebagainya bisa dirangkai dan dikombinasikan untuk mencapai tujuan penghematan listrik. Konfigurasi jaringan sensor juga bisa direncanakan dengan seksama. Bahkan sekarang juga telah tersedia teknologi “*addressable*” sensor, actuator dan monitor. Setiap unit bisa diberi *address*, dan hubungan antar unit cukup dilihat sebagai antar *address*. Selama *address*nya sama, dimanapun berada, selalu bisa saling berhubungan. Semua koneksi komunikasi dilakukan secara paralel dengan cukup menggunakan 2 kabel telepon biasa. Misalnya sensor keberadaan orang di ruang rapat lantai-17 diberi *address* nomer 34, maka jika ada orang di dalam, maka lampu ruang (*address*=34) akan menyala, AC ruang rapat (*address*=34) akan menyala, lampu tanda minta kopi di pantry (*address*=34) menyala, lampu tanda monitor di ruang kontrol di basement (*address*=34) juga menyala. Jika Ruang Rapat tersebut kosong dalam waktu 10 menit, maka semua yang berhubungan dengan *address* 34 akan mati semua. Petugas jaga di ruang monitor mempunyai kuasa untuk mematikan semua yang berhubungan dengan *address* nomor 34.

Semua dilakukan dengan cara yang sangat sederhana, tanpa komputer. Salah satu kelemahan BAS (*Building Automation System*) terletak pada SDM yang kurang memahami program computer dengan baik, baik pada sisi operator maupun manajemen. Dengan demikian, banyak BAS yang tidak dipakai secanggih kemampuannya.



4. Pemasangan alat penghemat listrik di seluruh instalasi.

Pada prinsipnya pada kebanyakan beban (peralatan yang memakai listrik), selalu bisa dihemat listriknya walau sedikit. Di sini diperlukan kejelian dan keahlian untuk menentukan memilih jenis beban dan alat yang sesuai untuk penghematan. Beban lampu pijar, lampu neon, pemanas, unit AC, motor, dan lain-lain, semuanya mempunyai alat penghemat yang spesifik/unik berdasarkan kinerja beban, jadwal pemakaian beban. Dalam persoalan ini, yang lebih penting adalah “multiplier effect” dari penghematan yang kecil-kecil ini. Pengertian “*multiplier effect*” ini yang masih sulit diterima oleh sebagian besar teknisi/insinyur kita, yang sudah terbiasa dengan penghematan secara parsial. Berapa tingkat penghematan total yang bisa diperoleh untuk suatu instalasi, hanya bisa diestimasi berdasarkan statistik dari banyak program/proyek yang pernah dilakukan. Perusahaan yang bergerak dalam bidang penghematan energi listrik ini mempunyai rahasia angka “multiplier” yang tidak bisa dibuka terhadap clientnya. Dengan demikian kontrak yang bisa dilakukan berupa “*Result Oriented Contract*”, atau “*Performance Contract*”, terhadap tingkat penghematan yang mencakup seluruh instalasi/jaringan listrik dalam satu gedung tinggi, kompleks bangunan atau pabrik.

Perusahaan Kontraktor Penghemat Biaya Listrik melakukan audit energi yang biasa dipakai, mencari peluang kemungkinan di mana saja bisa dilakukan penghematan, menghitung/estimasi besar penghematan, menjamin besar penghematan dalam persen, menghitung waktu pengembalian modal (*payback period*). Dengan cara ini, tingkat penghematan yang bisa dicapai antara 5-20%, dengan *payback period* sekitar 30 bulan

5. Perbaikan kualitas daya listrik

Dalam seminar HAEI (Himpunan Ahli Elektro Indonesia), November 2001, terungkap bahwa di beberapa instalasi di Jakarta ditemukan beberapa anomali parameter listrik, misalnya arus netral lebih besar daripada arus fasa, alat pemutus daya bekerja walau beban arus



terukur masih 60% dari kapasitasnya, motor lebih cepat panas dari biasanya. Semula hal-hal ini membuat bingung para insinyur listrik dan untuk mengatasinya sementara, mereka menambah ukuran kawat netral, sehingga sama dengan ukuran kawat fasa (yang biasanya cukup setengah dari kawat fasa), memperbesar kapasitas pemutus daya, kapasitas motor dlsb. Di sinilah ternyata telah dilakukan salah satu pemborosan baik berupa biaya listrik bulanan maupun biaya modal investasi. Salah satu penyebabnya adalah adanya “harmonisa” yang timbul/ada di dalam jaringan listrik.

Seperti halnya pengetahuan tentang tubuh manusia, harmonisa bisa dianalogikan dengan kolesterol di dalam darah. Kolesterol merambat ke seluruh aliran darah, bisa menyumbat saluran darah, membuat jantung bekerja lebih keras, menyumbat otak, bahkan bisa menghentikan kerja jantung. Harmonisa juga merambat ke seluruh jaringan instalasi, membuat kabel lebih panas, mesin-mesin motor lebih panas (kemampuan menurun), sambungan-sambungan pada pemutus daya lebih panas, trafo utama (jantung bangunan) lebih panas. Hal yang fatal bisa terjadi adalah panas berlebih pada kabel, sambungan kabel dan pada trafo yang bisa meledak dan bisa mengakibatkan kebakaran.

Harmonisa ini, disamping menjalar di dalam instalasi satu konsumen, bisa menjalar ke instalasi tetangga yang berdekatan, bahkan menjalar sampai ke trafo PLN di Gardu Distribusi dan Gardu Induk. Jadi, tidak heran jika ada Gardu Distribusi atau kabel PLN yang semula aman aman saja, tiba-tiba bisa meledak.

Harmonisa timbul pada dua dekade belakangan ini akibat pemakaian alat-alat “modern”, yang banyak dipakai untuk sistem kontrol yang lebih baik, misalnya *inverter*, pengatur kecepatan/putaran, UPS (*Uninterruptible Power Supply*), ballast elektronik, pengatur temperatur pemanas industri (*oven, heater*) yang menggunakan SCR/*chopper*, dll.

Fenomena harmonisa ini tidak bisa dideteksi dengan alat-alat ukur biasa yang ada pada panel kontrol atau tang-ampere-meter biasa.



Seperti halnya stetoskop biasa yang tidak bisa mendeteksi kolesterol atau kinerja jantung dengan teliti, maka diperlukan alat ECG, maka untuk harmonisa ini juga diperlukan spektrum analyzer yang bisa mendeteksi tingkat harmonisa 1 s/d 31 dan besaran nilai harmonisa dalam persen dan bisa menghitung nilai total harmonisa, pada arus dan tegangan.

Untuk mengatasi masalah harmonisa ini, bisa dipasang alat penyaring dan penyumbat (*filtering and blocking*) pada sumber-sumber harmonisa atau pada panel utama konsumen. Dari hasil pengukuran harmonisa bisa ditentukan besaran filter yang sebaiknya dipakai. Jika beban berubah-ubah, nilai filter juga bisa dibuat otomatis berubah sesuai dengan perubahan beban.

Pemborosan energi juga terjadi pada besaran listrik lain, yakni pada tegangan dan arus yang tidak seimbang, power factor, arus/tegangan surja (*surge, impuls*), tegangan surut sesaat, kehilangan catu daya sesaat, catu daya hilang 1 fasa. Asosiasi produsen listrik Amerika (NEMA), menerbitkan grafik karakteristik mesin motor, yang menunjukkan bahwa ketidak-seimbangan tegangan supply sebesar 5% saja, bisa mengakibatkan kenaikan panas sebesar 50%, dan mengakibatkan penurunan kapasitas sebesar 25%. Jika mesin motor 10 PK tidak mampu mengangkat beban sebesar 10 PK atau bahkan 8 PK, maka perlu dicurigai, dan ini yang sering lolos dari perhatian manajemen. Teknisi biasanya hanya menyarankan untuk memakai motor yang lebih besar saja, biar aman, tetapi tanpa sadar memboroskan modal dan rekening listrik. Dengan alat ukur dan recorder yang bisa sekaligus, pada saat yang bersamaan, membaca grafik tegangan pada masing-masing fasa, ternyata pada banyak kasus, terjadi perbedaan tegangan fasa sekitar 2 – 7 Volt. Ketidak-seimbangan arus fasa menyebabkan terjadinya arus netral yang tidak wajar, menyebabkan panas berlebih pada kawat netral (kawat nol), yang juga memboroskan energi. Dengan memasang alat-alat penyeimbang fasa tegangan dan arus, maka kerugian/pemborosan bisa dikurangi. Alat-alat kontrol pabrik atau instalasi gedung bertingkat



bisa terganggu akibat tegangan surut sesaat, kehilangan catu daya sesaat, atau catu daya hilang satu fasa. Kerugian akibat berhentinya pabrik atau aktivitas gedung akibat gangguan alat kontrol tersebut tidak mudah untuk dihitung secara umum, tetapi secara kualitatif pasti terjadi kerugian yang besar pada kasus-kasus khusus, misalnya percetakan koran, pabrik dengan proses batch yang tidak bisa diulang.

Perbaikan kualitas daya dengan mengurangi pemborosan yang selama ini dilakukan tanpa disadari, bisa mencapai penghematan total sebesar 5 – 25% dari rekening bulanan. Angka ini berasal dari statistik program pelaksanaan penghematan energi, dan merupakan “*multiplier effect*” dari penghematan kecil-kecil pada tiap parameter listrik.

Investasi yang diperlukan untuk mendanai program-program penghematan energi ini, dengan tingkat penghematan seperti di atas, dapat kembali dalam waktu sekitar 24 bulan, atau bisa mencapai tingkat ROI (*return on investment*) sebesar 30-38%. Jika investasi ini dipandang sebagai pendirian usaha baru, maka ini adalah usaha yang memberikan keuntungan pasti, bisa berjalan sendiri, tanpa menambah tenaga kerja, tanpa demo, tanpa pemogokan. Jika bank sekarang ini pada kondisi over-liquid, kenapa tidak menyalurkan dana pada program ini?. Jaminan payback period bisa di perkuat dengan jaminan asuransi, maka ini merupakan lahan baru bagi perusahaan asuransi di Indonesia. Investasi untuk program ini jika dihitung rupiah/kwh terhemat, masih jauh lebih kecil dari pada rupiah/kwh pembangkitan.

Langkah-langkah sederhana untuk dapat diterapkan dalam kehidupan sehari-hari penggunaan peralatan listrik rumah tangga dalam menghemat pemakaian energi listrik

1. Penghematan energi pada pencahayaan
 - a. Padamkan lampu apabila ruangan tidak dipakai.
 - b. Padamkan lampu pada siang hari.
 - c. Kurangi penerangan listrik yang berlebihan.



- d. Atur letak perabot agar tidak menghalangi cahaya lampu dalam ruangan.
 - e. Menyalakan lampu halaman/taman bila hari benar-benar telah mulai gelap.
 - f. Matikan lampu halaman/taman bila hari sudah mulai terang kembali.
2. Penghematan energi pada tata udara/*Air Conditioner* (AC)
- a. Memilih AC hemat energi dan daya yang sesuai dengan besarnya ruangan.
 - b. Gunakan kapasitas AC yang tepat dan efisien.
 - c. Gunakan pengatur waktu (timer) agar AC beroperasi hanya pada saat dibutuhkan.
 - d. Kontrol temperature dengan termostat.
 - e. Gunakan penutup pada bagian ruangan yang terkena sinar matahari langsung.
 - f. Usahakan pintu, jendela dan ventilasi udara selalu tertutup agar kelembaban cukup rendah.
 - g. Hindari menempatkan sesuatu yang menghalangi sirkulasi udara.
 - h. Bersihkan filter AC, coil kondensor dan sirip AC secara teratur.
 - i. Mengatur suhu ruangan secukupnya, tidak menyetel AC terlalu dingin.
 - j. Menempatkan AC sejauh mungkin dari sinar matahari langsung, agar efek pendingin tidak berkurang.
 - k. Gantilah bahan pendingin yang dipakai (freon) dengan bahan pendingin hemat listrik (hydrocarbon refrigerant), sehingga bisa menurunkan listrik s/d 25% dari AC.
 - l. Matikan AC bila ruangan kosong dalam jangka waktu relatif lama.



3. Penghematan energi pada pompa air
 - a. Gunakan bak penampungan air (menyimpan air di posisi atas).
 - b. Gunakan pelampung air di penampungan.
 - c. Gunakan air secara hemat dan cegah kebocoran air pada kran dan pipa.
 - d. Sering terjadi pompa bekerja terus menerus, padahal tidak ada pemakaian. Penyebabnya adalah sebagai berikut :
 - 1) Rele tekan (*pressure switch*) tidak bekerja.
 - 2) Instalasi pipa air di dalam bangunan ada yang bocor.
 - 3) Kran air tidak ditutup sempurna atau rusak.
4. Penghematan energi pada mesin cuci
 - a) Menggunakan mesin cuci sesuai dengan kapasitas.
 - b) Kapasitas berlebih mengakibatkan perlambatan perputaran mesin dan menambah beban pemakaian listrik.
 - c) Kapasitas yang kurang menyebabkan tidak efisien, karena mesin cuci tersebut menggunakan energi yang sama.
 - d) Gunakan pengering hanya pada cuaca mendung/hujan. Bila cuaca cerah, sebaiknya memanfaatkan sinar matahari.
5. Penghematan energi pada lemari pendingin
 - a) Memilih lemari es dengan ukuran / kapasitas yang sesuai.
 - b) Pintu lemari es ketika menutup harus selalu tertutup rapat.
 - c) Isi lemari es harus sesuai dengan kapasitas (Jangan terlalu sesak).
 - d) Tempatkan lemari es jauh dari sumber panas (kompor, sinar matahari langsung).
 - e) Tempatkan lemari es min. 15 cm dari tembok, agar sirkulasi udara ke kondensor baik.



- f) Hindari penempatan bahan makanan / minuman yang masih terlalu panas.
 - g) Mengatur suhu lemari es sesuai kebutuhan. Karena semakin rendah temperatur, semakin banyak energi listrik yang digunakan.
 - h) Ganti karet isolasi pada pintu / kabinet secepatnya apabila rusak.
 - i) Membersihkan kondensor (terletak dibelakang lemari es) secara teratur dari debu dan kotoran, agar proses pelepasan panas berjalan dengan baik.
 - j) Mematikan lemari es bila tidak digunakan dalam waktu lama.
6. Penghematan energi pada setrika
- a) Atur penggunaan tingkat panas yang disesuaikan dengan bahan yang disetrika (sutra, wol, polyster, katun dan sebagainya).
 - b) Bersihkan sisi besi bagian bawah setrika secara teratur agar penghantaran panas berlangsung baik
 - c) Menyeterika sekaligus banyak jangan hanya satu atau dua potong pakaian.
 - d) Mematikan setrika bila akan ditinggal cukup lama.
7. Penghematan energi lainnya
- a. Kurangi pemakaian listrik pada waktu beban puncak pada jam 18.00 - 22.00
 - b. Gunakan Peralatan Listrik Hemat Energi
 - c. Matikan *magic-jar* atau *magic-com* bila nasi sudah tersisa sedikit karena listrik untuk menghangatkan nasi menjadi sia-sia.
 - d. Mematikan televisi, radio, tape recorder, serta peralatan audio visual lainnya, bila tidak ditonton atau didengarkan.
 - e. Lepaskan kabel peralatan listrik bila peralatan sedang tidak digunakan.



- f. Bila peralatan listrik yang menggunakan sistem remote sedang tidak digunakan, jangan mematikan dengan remote control (*stand by*). Tetapi matikan dari tombol *on-off* atau lepaskan tusuk kontak.
- g. Nyalakan water heater 20 menit sebelum air panas digunakan
- h. Bersihkan secara periodik kaca jendela. Kaca jendela yang bersih akan meneruskan cahaya lebih banyak.
- i. Bersihkan secara periodik bola lampu / tabung lampu beserta reflektornya agar supaya bersih agar tidak mengurangi cahaya.

9. Pemanfaatan Teknologi Listrik

Banyak sekali manfaat energi listrik untuk kehidupan ini, berikut ini berbagai macam-macam manfaatnya yang kita rasakan:

1. Sebagai Penerangan

Saat malam hari, manfaat energi listrik bisa dijadikan sebagai sumber penerangan. Energi listrik bisa digunakan untuk menyalakan lampu. Dahulu kala saat energi listrik belum masuk ke desa-desa, penerangan hanya dilakukan menggunakan lampu minyak biasa. Saat ini harga minyak bumi mahal harganya, sehingga manfaat minyak bumi atau minyak tanah semakin langka dan semakin mahal.

2. Sumber Energi

Energi listrik dijadikan sebagai sumber energi. Disebut sumber energi karena listrik bisa dijadikan sebagai penghasil energi. Misalnya saja adalah sumber energi untuk menghidupkan berbagai macam peralatan rumah tangga dan juga peralatan elektronik lainnya.

3. Sarana Hiburan

Sarana hiburan bisa menggunakan energi listrik, sebabnya adalah banyak alat-alat dan media hiburan yang menggunakan energi listrik.



Misalnya manfaat sosial media dari *smartphone*, *playstation* atau *game* elektronik lainnya yang membutuhkan listrik.

4. Penghasil Panas

Listrik bisa dijadikan sebagai penghasil panas, manfaat energi listrik banyak digunakan berbagai macam keperluan rumah tangga. Listrik bisa dijadikan sebagai sumber panas, karena arus listrik bisa mengalir dengan manfaat nikel atau elemen-elemen pemanas yang bisa menghasilkan panas. Panas yang dihasilkan inilah yang digunakan dan juga dibutuhkan dalam kehidupan sehari-hari.

Energi listrik yang menghasilkan panas bisa digunakan untuk kompor listrik, penanak nasi dan juga digunakan untuk menyetrika. Semua peralatan tersebut mengubah energi listrik menjadi panas.

5. Penghasil Gerak

Energi listrik yang ada di dalam kehidupan ini juga bisa dihasilkan sebagai penghasil gerak. Banyak kebutuhan rumah tangga yang membutuhkan listrik untuk menggerakkan sesuatu. Misalnya saja energi listrik yang diubah menjadi energi gerak bisa digunakan untuk menggerakkan motor, mobil, kipas angin dan masih banyak lagi lainnya. Saat mengubah energi gerak dibutuhkan arus listrik untuk menggerakkan alat-alat tersebut.

D. Aktivitas Pembelajaran

Peserta diharapkan melakukan percobaan rangkaian listrik sebagai berikut:

1. Tujuan Percobaan

- Merangkaikan tiga buah lampu menjadi sebuah rangkaian tertutup.
- Menjelaskan rangkaian tertutup yang ada.
- Mengukur besaran-besaran listrik yang dapat diukur pada rangkaian.
- Menggunakan persamaan-persamaan yang ada untuk memprediksi besaran-besaran lain yang tak dapat diukur.



2. Alat dan bahan yang disediakan

- e. Bola lampu 3 buah atau lebih.
- f. Kabel hitam dan merah berpenjepit secukupnya
- g. Baterai/Powersupply secukupnya
- h. Tempat baterai 3 buah
- i. Sakelar
- j. *Basic meter/avo meter* 4 buah

3. Cara kerja

- a. Rangkakan seluruh lampu dengan baterai, sehingga lampu menyala semua.
- b. Gambarkan rangkaian yang telah berhasil.
- c. Ukur arus yang mengalir pada masing-masing kabel.
- d. Ukur besar beda potensial pada masing-masing lampu dan sumber arus yang terjadi setelah rangkaian berfungsi.
- e. Diskusikan hubungan antar besaran yang didapat.
- f. Tentukan jenis rangkaian yang telah dibuat dengan alasannya.

E. Latihan/Kasus/Tugas

Kerjakan soal-soal dibawah ini:

- 1. Muatan listrik 4500 C mengalir melalui penghantar selama 15 menit.
Kuat arus listrik yang melalui penghantar adalah ...
 - a. 0,3 A
 - b. 2 A
 - c. 3 A
 - d. 5 A



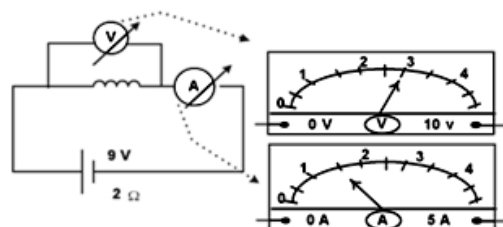
-

a. $4\ \Omega$
b. $6\ \Omega$

- 102



- a. 10 menit. c. 6 menit
b. 8 menit d. 4 menit.
8. Transmisi energi listrik jarak jauh dilakukan dengan menggunakan tegangan tinggi, Hal ini karena dengan tegangan tinggi ...
- a. maka luas penampang kawat yang digunakan akan relatif kecil sehingga lebih ekonomis.
b. maka arusnya akan membesar sehingga energi yang terbuang jadi mengecil.
c. maka arus yang mengalir mengecil sehingga kawat yang digunakan harus yang relative besar agar kuat jika tertimpa tekanan.
d. maka arus akan membesar dan kawat hanya perlu yang berluas penampang besar..
9. Untuk mengetahui nilai hambatan (R) suatu kawat kumparan digunakan rangkaian seperti gambar. Nilai hambatan R adalah ...



- a. $4,0 \Omega$ c. $8,0 \Omega$
b. $6,5 \Omega$ d. $9,5 \Omega$
10. Dua buah konduktor listrik dengan bahan dan panjang yang sama tetapi dengan perbandingan luas $1 : 2$, dirangkai secara paralel. Jika diberikan beda potensial pada kombinasi ini, maka perbandingan daya yang dihasilkan oleh kedua konduktor adalah...
- a. $P_1 : P_2 = 1 : 2$ c. $P_1 : P_2 = 2 : 1$
b. $P_1 : P_2 = 1 : 4$ d. $P_1 : P_2 = 4 : 1$



F. Rangkuman

Rangkaian listrik yang berfungsi jika arus mengalir pada seluruh komponen yang teragkakan dengan kuat arus I dimana besar I berbanding lurus dengan banyak muatan yang mengalir dan berbanding terbalik dengan waktu selama muatan tersebut mengalir. Bisa juga kita sebut kuat arus listrik besarnya berbanding lurus dengan beda potensial antara ujung-ujung komponen yang pada mengalir arus listrik dan berbanding terbalik dengan hambatan komponen yang dilewati.

Rangkaian pada komponen listrik pada dasarnya hanya ada dua jenis yaitu seri dan parallel. Selain itu rangkaian yang lain merupakan gabungan dari kedua jenis rangkaian tersebut.

Upaya-upaya hemat listrik perlu dilakukan baik dalam bentuk kebijakan/aturan juga kesadaran dari pengguna energy listrik. Langkah-langkah diantaranya; berupa peninjauan ulang sistem teknis dan perbaikan arsitektur bangunan, perbaikan prosedur operasionil secara manual, perbaikan prosedur operasionil secara otomatis.

Transmisi listrik membicarakan bagaimana listrik dapat mengalir dari Pusat Pembangkit Listrik (*Power Plant*), substation distribution, beban, dengan prinsip Ekonomis, efektif, dan optimal

G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut

Untuk memperdalam pemahaman tentang elektro statis ini saudara dapat membuka alamat web <https://phet.colorado.edu/in/>.

KUNCI JAWABAN

A. Kegiatan Pembelajaran 1

- | | |
|------|-------|
| 1. A | 6. D |
| 2. A | 7. A |
| 3. B | 8. A |
| 4. A | 9. A |
| 5. C | 10. D |

B. Kegiatan Pembelajaran 2

1. $B(P_1) = 4/3 \times 10^{-5} \text{ T}$
 $B(P_2) = 1/12 \times 10^{-3} \text{ T}$
 $B(P_3) = 0$

Petunjuk :

Untuk menghitung induksi magnetik di P1 dan P2 gunakan persamaan

$$\vec{B}(P) = \frac{\mu_0 i}{4\pi a} (\cos \theta_1 - \cos \theta_2)$$

Dengan menentukan terlebih dahulu $\cos \theta_1$ dan $\cos \theta_2$ (perhatikan arah pengukuran θ)

2. (a) $B = 0,32 \times 10^{-4} \text{ T}$
(b) $B = 2 \times 10^{-4} \text{ T}$
(c) $B = 0$

Petunjuk :



- (a) Gunakan persamaan $\oint \vec{B} \cdot d\vec{s} = \mu_0 i_{in}$
- (b) Gunakan persamaan $B = \frac{\mu_0 \cdot N \cdot i}{2\pi r}$
- (c) Gunakan Hukum Ampere dan tunjukkan bahwa $i_{in} = 0$

3. Kita mengetahui bahwa :

$$\Delta F_M = I(\Delta L)B \sin \theta = (30 \text{ A})(0,050 \text{ m})(0,80 \text{ T})(1) = 1,2 \text{ N}$$

Dengan menggunakan aturan tangan kanan, gaya tersebut tegak lurus terhadap kawat dan medan dan diarahkan menuju ke bawah.

$$4. F_M = qvB \sin \theta = (1,6 \times 10^{-19})(2,0 \times 10^7)(1,5) \sin 30^\circ = 2,4 \times 10^{-12} \text{ N}$$

C. Kegiatan Pembelajaran 3

1. Logam adalah konduktor listrik yang baik, sehingga saling tolak antar muatan sejenis yang terkandung dalam logam tersebut terjadi. Hal tersebut membentuk muatan q yang berada di logam tersebar di permukaan logam, karena muatan q sejenis berkeinginan terpisah sejauh mungkin dari muatan q yang baru ditempatkan.
2. 3 mm
3. $1,6 \times 10^{-4} \text{ N}$, dan $4 \times 10^{-4} \text{ N}$.

D. Kegiatan Pembelajaran 4

No	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Jawaban	D	D	B	D	C	A	B	A	A	B

EVALUASI

A. Silahkan kerjakan soal-soal berikut. Pilihlah Satu Jawaban yang menurut Anda paling tepat !

1. Berikut ini adalah indikator dari kriteria lingkungan dari teknologi ramah lingkungan
 - A. mengolah limbah hingga 100 %
 - B. beroperasi secara normal
 - C. menurunkan angka kecelakaan
 - D. menggunakan sumberdaya mineral

2. Kasus Minamata merupakan contoh dampak penggunaan teknologi terhadap
 - A. polusi air
 - B. polusi tanah
 - C. polusi udara
 - D. polusi suara

3. Gas-gas A, B, C, dan D telah diuji dilaboratorium dengan sinar inframerah untuk menunjukkan kemampuannya meningkatkan temperatur. Hasilnya adalah perbandingan relatif terhadap CO₂ mengenai kemampuan meningkatkan suhu sebagai berikut A= 3, B= 25, C= 128, D= 200. Dengan berat gas yang sama mana gas yang memiliki potensi pemanasan global paling tinggi?
 - A. A
 - B. B



- C. C
D. D
4. Dalam satu hari saya menggunakan alat-alat listrik di rumah sebagai berikut;
- Lampu kamar tidur 100 watt selama 5 jam
 - Lampu kamar mandi 50 watt selama 1 jam
 - Setrikaan 40 Watt 2 jam-80
 - TV 40 watt 3 jam-120
 - Energi listrik berasal dari pembakaran batubara yang mengeluarkan emisi karbondioksida 50 kg untuk setiap kWh .
Bagaimana agar emisi yang saya hasilkan dalam satu bulan bisa dikurangi seminimal mungkin?
- A. Mematikan lampu kamar tidur pada saat tidur
B. Mematikan kamar mandi pada saat mandi
C. Menyetrika pakaian yang penting-penting saja
D. Tidak menonton sinetron
5. Jika ecological footprint beras = 3.04 GHa/ton. Berapa Gha ruang yang dibutuhkan untuk kegiatan produksi beras per hari jika kebutuhan beras per hari 1000 ton. (Catatan : 1 GigaHektar= 1.000.000.000.000 Hektar)
- A. 3 400 GHa-V
B. 4 500 GHa
C. 5 100 GHa
D. 7 200 GHa
6. Muatan listrik 4500 C mengalir melalui penghantar selama 15 menit. Kuat arus listrik yang melalui penghantar adalah ...
- A. 0,3 A
B. 2 A
C. 3 A
D. 5 A



7. Dua buah konduktor listrik dengan bahan dan panjang yang sama tetapi dengan perbandingan luas 1 : 2, dirangkai secara paralel. Jika diberikan beda potensial pada kombinasi ini, maka perbandingan daya yang dihasilkan oleh kedua konduktor adalah...
- A. $P_1 : P_2 = 1 : 2$
 - B. $P_1 : P_2 = 1 : 4$
 - C. $P_1 : P_2 = 2 : 1$
 - D. $P_1 : P_2 = 4 : 1$
8. Kuat arus di dalam sepotong kawat penghantar adalah 10 A. Berapa menit waktu yang diperlukan oleh muatan sebesar 4.800 coulomb untuk mengalir melalui penampang tersebut?
- A. 10 menit.
 - B. 8 menit
 - C. 6 menit
 - D. 4 menit
9. Penggunaan listrik paling tinggi terjadi pada pukul
- A. 07.00-12.00
 - B. 15.00-20.00
 - C. 22.00-03.00
 - D. 17.00-22.00
10. Seutas kawat nikrom panjangnya 3 meter memiliki hambatan 20 ohm. Kawat kedua panjangnya sama tetapi diameternya $\frac{1}{2}$ kali diameter kawat pertama. Berapakah hambatan kawat yang kedua?
- A. 80 ohm.
 - B. 40 ohm.
 - C. 15 ohm.
 - D. 5 ohm.



PENUTUP

Demikian Modul PKB Modul J untuk guru-guru IPA SMP ini telah disusun. Dengan disusunnya modul J dengan materi pedagogik tentang PTK, dan materi profesional tentang Teknologi Ramah Lingkungan, Listrik, dan Magnet ini mudah-mudahan dapat membantu Anda, khususnya guru-guru IPA SMP dalam meningkatkan pemahaman terhadap konsep-konsep IPA, dan penguasaan materi pedagogiknya.

Materi dalam modul ini diharapkan tidak terlalu sulit untuk dipahami dan dipelajari oleh Anda. Sebagai saran penulis, setelah mempelajari dan berlatih dari berbagai aktivitas, tugas, latihan, dan soal-soal yang telah disajikan, untuk memperoleh penguasaan yang lebih dalam mohon dikembangkan kembali materi tersebut dalam bentuk latihan atau praktik di sekolah.

Terakhir, mudah-mudahan dengan adanya modul ini Anda merasa terbantu dalam upaya peningkatan pengembangan profesionalisme dan juga pengembangan pembelajaran yang berkualitas. Dan tentu, tak ada gading yang tak retak, saran-saran yang konstruktif, membangun untuk perbaikan lebih lanjut, penulis mengharapkannya, sekian dan terima kasih, semoga sukses, dan mendapat ridhoNya.



DAFTAR PUSTAKA

Bueche, J., Frederick, (2006). *Schaum's Outline of: Teori dan Soal-Soal Fisika Universitas*, Erlangga, Jakarta

Giancoli, C. ,Douglas, C. (2001). Fisika Edisi Kelima Jilid 2. Erlangga. Jakarta

Guntoro, Nanang Arif, Dr. (2013). Fisika Terapan. Rosda. Bandung

<http://id.shvoong.com/exact-sciences/physics/2308671-penggunaan-magnet-dalam-kehidupan-sehari/#ixzz2UzS7VNjw>

https://id.wikipedia.org/wiki/Kereta_maglev

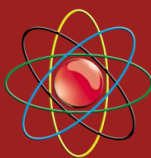


GLOSARIUM

Teknologi	: kemampuan untuk menghasilkan produk secara rasional. Rasional berarti menggunakan ilmu pengetahuan.
Teknologi Lingkungan	: membuat peralatan untuk meminimalisir dampak pemakaian teknologi terhadap perkembangan makhluk hidup
Lingkungan	: kesatuan ruang dengan semua benda, daya, keadaan, dan makhluk hidup, termasuk manusia dan perilakunya, yang mempengaruhi alam itu sendiri, kelangsungan perikehidupan, dan kesejahteraan manusia serta makhluk hidup lain
Degradasi lingkungan	: rusaknya lingkungan melalui berkurangnya kualitas/kuantitas sumber daya seperti udara, air, tanah; kehancuran ekosistem, punahnya biodiversitas/kehidupan liar
Indikator lingkungan	: cara sederhana yang bisa menjelaskan kepada kita apa yang sedang terjadi dalam lingkungan
Medan listrik	: daerah yang didalamnya masih dipengaruhi oleh gaya listrik, ditandai dengan adanya garis gaya listrik di dalam daerah tersebut
Permitivitas	: nilai yang menunjukkan seberapa besar suatu medium bisa menerima (permit) pengaruh medan listrik luar



Medan magnet : ruangan/daerah yang dipengaruhi oleh gaya magnet. Adanya medan magnet di dalam suatu ruang/daerah dapat ditunjukkan dengan mengamati pengaruh yang dapat ditimbulkan di ruang/daerah tersebut



**Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik
dan Tenaga Kependidikan Ilmu Pengetahuan Alam (PPPPTK IPA)**
DIREKTORAT JENDERAL GURU DAN TENAGA KEPENDIDIKAN
KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
TAHUN 2016



**Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik
dan Tenaga Kependidikan Ilmu Pengetahuan Alam (PPPPTK IPA)**
DIREKTORAT JENDERAL GURU DAN TENAGA KEPENDIDIKAN
KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
TAHUN 2016